MIHAI BERCA

AGROTEHNICĂ

TRANSFORMAREA MODERNĂ A AGRICULTURII

Prof. univ. dr. Mihai Berca

AGROTEHNICĂ

TRANSFORMAREA MODERNĂ A AGRICULTURII

EDITURA CERES
Bucureşti, 2011

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
BERCA, MIHAI
Agrotehnică: transformarea modernă a agriculturii / prof. univ. dr. ing. Mihai Berca. – Bucureşti: Ceres, 2011
Bibliogr.
ISBN 978-973-40-0899-5

631

Toate drepturile asupra acestei ediții aparțin în exclusivitate Editurii CERES. Reproducerea sau prelucrarea parțială sau integrală, prin orice mijloace tehnice a textului, desenelor sau fotografiilor cuprinse în lucrarea de față, sunt interzise şi atrag după sine rigorile legii.

Editor: Editura Ceres
Piața Presei Libere nr. 1, sector 1, Bucureşti
Tel./fax: 021 317 90 23
E-mail: edituraceres@yahoo.com
Website: www.editura–ceres.ro

Redactor: Aurora Dumitru
Tehnoredactor: Alexandra-Irina Tudorică
Coperta: Paul Marcu

ISBN 978-973-40-0899-5

Mulțumiri

Am avut o colaborare admirabilă cu renumitul Prof. univ. dr. Irimie Staicu, membru al Academiei Române. Cu circa un an înainte de a muri m-a chemat la dânsul şi mi-a zis: *„Eu am continuat ceea ce a scris Acad. Gheorghe Ionescu-Şişeşti, pe tine te rog să continui ceea ce am scris eu”*. Nu ştiu dacă am reuşit, dar îi mulțumesc.

Simt nevoia să mulțumesc mamei mele, Eugenia Berca, omorâtă de securişti şi comunişti în 1953 la vârsta de 29 ani, pe când eu aveam 10 ani, şi care, înainte de a-şi da suflarea mi-a spus: „Copilul meu, caută-ți drumul, căci nu mai are cine să te ajute în afară de Dumnezeu”.

Lor le dedic această carte prin voia şi cu ajutorul lui Dumnezeu.

Prof. univ. dr. ing. MIHAI BERCA

CUPRINS

Lista tabelelor ... 13
Lista figurilor ... 21

Prefață ... 45

Capitolul 1. SINTEZA CĂRȚII – TEHNOLOGII ALE AGRICULTURII SECOLULUI XXI ... 49
1.1. Dematerializarea creşterii economice la nivelul ecosistemelor naturale şi agricole ... 50
1.1.1. Definiție ... 50
1.1.2. Modificarea completă a sistemelor economice şi de consum prin schimbarea sistemului şi circuitului sau circuitelor ... 51
1.2. Solul şi necesarul de ecologizare (transformare) ... 56
1.3. Algoritmul refacerii ecologice. Paşii care trebuiesc făcuți în ecologizarea solurilor şi dezvoltarea agriculturii alternative ... 60
1.3.1. Neapărat trebuie gândit un asolament pe baza datelor cercetării Ştiințifice ... 60
1.3.2. Lucrările solului ... 62
1.3.3. Continuarea procesului de ecologizare şi stabilizarea durabilă a reconstrucției ecologice ... 71
1.3.4. Două principii mari ale agriculturii alternative în secolul XXI ... 75
1.3.5. Sinteza relațiilor apă-sol în raport cu condițiile climatice. Calcule ... 76

Capitolul 2. MODELE DE ASOLAMENTE ŞI ROTAȚIE A CULTURILOR ÎN ROMÂNIA ÎN VIZIUNEA INTENSIFICĂRII AGRICULTURII MODERNE ALTERNATIVE ... 78
2.1. Criterii de alegere a culturilor într-un asolament ... 81
2.1.1. Asolamentul şi alegerea culturilor în agricultura primitivă ... 81
2.1.2. De ce trebuie renunțat la monocultură ? ... 82
2.2. Scurte aprecieri asupra calității unei plante premergătoare ... 86
2.3. Probleme legate de protecția culturilor în monocultură ... 90
2.4. Despre monocultură la cartof ... 97
2.5. Monocultura de floarea soarelui ... 100
2.6. Monocultura la porumb ... 104
2.7. Aspecte privind monocultura de rapiță ... 108
2.8. Probleme privind monocultura la sfecla de zahăr ... 114
2.8.1. De ce nu suportă sfecla monocultura? ... 115
2.8.2. Cercosporioza frunzelor ... 116
2.8.3. Necesarul de elemente nutritive şi creşterea valorii sfeclei în asolament. Variante alternative ... 121

Capitolul 3. ROLUL PLANTELOR AMELIORATOARE ÎN ASOLAMENTELE AGRICULTURII ALTERNATIVE ... 124
3.1. Locul plantelor amelioratoare în asolamente ... 142
3.1.1. Mazărea ... 142
3.1.2. Repartiția în câmp şi în asolament a efectului ameliorator al mazării şi altor leguminoase anuale ... 145
3.2. Rolul soiei (*Soia hispida*/*Glycine maxime*) (L. Mierr) în asolamentele cu cereale, plante tehnice şi uleioase ... 147
3.3. Rolul culturilor intermediare în asolamentele moderne ... 155
3.3.1. Funcția de îngrăşământ verde ... 158
3.3.2. Înființarea şi întreținerea culturilor ... 166
3.3.3. Câteva culturi intermediare şi însuşirile lor amelioratoare ... 170

Capitolul 4. MODELE DE ASOLAMENTE ... 179
4.1. De la modelul tehnico-ecologic la modelul economic ... 188
4.2. Exemplificări asupra modelelor ... 193

Capitolul 5. SOLUL ÎN AGRICULTURA TRANSFORMATĂ ... 198
5.1. Formarea şi evoluția solurilor ... 198
5.2. Componentele solului ... 205
5.2.1. Scheletul sau textura solului ... 205
5.3. Structura solului ... 208
5.3.1. Forme ale structurii solului ... 210
5.4. Volumul solului şi densitatea lui ... 215
5.4.1. Detalii despre volumul porilor ... 217
5.5. Despre densitatea solului ... 218

Capitolul 6. APA DIN SOL ... 221
6.1. Indicatorii cei mai importanți legați de circulația apei în sol şi disponibilitatea ei către plante ... 223
6.1.1. Potențialul de apă al solurilor ... 227
6.2. Câteva exemple de profile ale solului convenabil agriculturii noi ... 230

Capitolul 7. HUMUSUL ... 232
7.1. Definire, producere şi degradare ... 232
7.2. Formarea şi transformarea substanțelor organice în sol ... 234
7.2.1. Specificul degradărilor bacteriene ... 239
7.2.2. Microorganismele din sol ... 243
7.3. Despre degradarea materiei organice ... 245
7.4. Derularea proceselor de humificare ... 249
7.5. Unele însuşiri ale acizilor huminici ... 253
7.6. Determinarea humusului şi bilanțul lui în sol ... 257
7.7. Bilanțul humusului în sol ... 259
7.8. Degradarea humusului şi teoria lui Raggam ... 261

Capitolul 8. LUCRĂRILE SOLULUI ÎN AGRICULTURA TRANSFORMATĂ 264
8.1. Introducere 264
8.2. Cerințele agriculturii noi față de lucrările solului 264
8.3. Principiile lucrărilor solului 267
8.4. Principalele sisteme de lucrări ale solului în noua agricultură 267
8.4.1. Sistemul convențional de lucrare a solului 270
8.4.2. Sistemele de lucrare a solului conservante sau reduse 272
8.4.3. Avantajele şi dezavantajele sistemului „semănat direct” 278
8.4.4. Rezultate obținute - şansele noului sistem de lucrări 281
8.4.5. Costurile în diferite sisteme de lucrare a solului 289
8.5. Cercetări şi practici asupra lucrărilor solului în zona românească 292
8.5.1. Despre sistemele de lucrări în România 293
8.5.2. O gândire pentru România în domeniul lucrărilor de conservare a solurilor 307
8.5.3. Propuneri de introducere a unui sistem de lucrare a solului în România 309
8.5.3.1. Studiu de caz privind abandonarea lucrării cu plugul 310
8.5.4. Lucrările solului şi textura 325

Capitolul 9. SĂMÂNȚA ŞI IMPORTANȚA EI ÎN AGRICULTURA NOUĂ 337
9.1. Definiție 337
9.2. Germinația şi fiziologia ei – managementul seminței 339
9.3. Calitatea seminței 343
9.4. Utilizarea forței fiziologiei genetice a genomului 346
9.5. Managementul seminței în România 351
9.6. Semănatul. Densitate şi moment 363
9.6.1. Momentul de semănat la cereale şi culturi de primăvară în România 364
9.6.2. Despre culturile de primăvară – vară 379
9.6.2.1. Modelul mazăre furajeră pentru proteină 379
9.6.2.2. Semănatul la soia 382
9.6.2.3. Despre managementul semănatului la porumb 384
9.6.2.4. Pe scurt despre semănatul la floarea-soarelui 387

Capitolul 10. NUTRIȚIA PLANTELOR ÎN AGRICULTURA NOUĂ, TRANSFORMATĂ 390
10.1. Introducere 390
10.2. Elementele utilizate de plante în nutriție şi dezvoltare 394
10.3. Elemente esențiale ale nutriției plantelor 396
10.4. Modele de nutriție a plantelor 400
10.4.1. Plante cu nutriție autotrofă 402
10.4.2. Alte direcții de evoluție a materiei din biomasa verde pornind de la glucoză 408

10.4.3. Despre acizii graşi şi grăsimi 413
10.5. Funcţiile principalelor elemente nutritive în plante 414
10.5.1. Funcţiile azotului şi circuitele lui 414
10.5.2. Funcţiile fosforului în plante şi circuitele sale 419
10.5.2.1. Fosforul în relaţia cu rădăcina şi solul 422
10.5.2.2. Clasificarea solurilor în funcţie de aprovizionarea cu fosfor, potasiu şi bor 424
10.5.2.3. Circuitul fosforului în natură 426
10.5.2.4. Coeficienţi de transformare dintr-o formă în alta a fosforului 429
10.6. Funcţiile potasiului în plante şi circuitele sale 430
10.6.1. Diferenţe funcţionale în caz de carenţă 430
10.6.2. Potasiul greu accesibil 433
10.6.3. Clasificarea solurilor şi a plantelor după conţinutul în potasiu 434
10.7. Calciul, solul şi plantele 437
10.7.1. Ce se întâmplă în cazul deficienţei de calciu? 437
10.7.2. Detalii asupra aprovizionării plantelor cu calciu, circuitul calciului 437
10.7.3. Absorbţia şi transportul calciului în plante 440
10.7.4. Ciclul calciului 444
10.7.5. Calciul şi reducerea acidităţii solului 445
10.7.6. Acidifierea prin sistemele agricole 447
10.7.7. Rolul fertilizanţilor organici 449
10.8. Creşterea plantelor în relaţia cationi bazici 451
10.9. Măsurarea acidităţii solului 452
10.9.1. Efecte ale acidităţii solului 456
10.9.1.1. Efectele acidităţii asupra dezvoltării solului 456
10.9.1.2. Efecte ale acidităţii solurilor asupra culturilor 459
10.9.1.3. Toleranţa culturilor faţă de aciditate 460
10.10. Sulful, solul şi plantele 463
10.10.1. Generalităţi 463
10.10.2. Sulful în plante 464
10.10.3. Circuitul sulfului 466
10.10.4. Necesarul de sulf în practica agricolă 468
10.10.5. Sunt sau nu sunt necesare îngrăşămintele cu sulf? 469
10.10.6. Îngrăşămintele cu sulf şi sub ce formă se aplică sulful 473
10.10.7. Despre sulf şi calitatea producţiei 474
10.11. Magneziul, solul şi plantele 476
10.11.1. Magneziul în sistemele biologice 476
10.11.2. Relaţia magneziu – acizi nucleici 476
10.11.3. Necesarul nutriţional şi interacţiuni 477
10.11.4. Detalii privind magneziul, cloroplastele şi fotosinteza 480
10.11.5. Ce se întâmplă dacă lipseşte magneziul sau este în exces 481
10.11.6. Îngrăşăminte cu magneziu 482
10.12. Pe scurt despre microelemente 484
10.12.1. Câteva funcţii ale principalelor microelemente 486

10.12.2. Cuprul ... 490
10.12.2.1. Funcţiile microelementului în plante ... 490
10.12.2.2. Deficitul de cupru şi efectele lui ... 491
10.12.2.3. Cuprul în relaţiile cu solul ... 491
10.12.2.4. Rolul cuprului în creşterea plantelor ... 492
10.12.2.5. Simptomele generate de deficienţa de cupru ... 493
10.12.2.6. Conţinutul de cupru în sol în relaţie cu carenţa acestuia ... 495
10.12.2.7. Fertilizarea cu cupru ... 497
10.12.2.8. Îngrăşămintele cu cupru ... 497
10.12.3. Fierul ... 498
10.12.3.1. Relaţia cu plantele ... 498
10.12.3.2. Fierul în sol ... 501
10.12.3.3. Carenţa de fier ... 503
10.12.3.4. Îngrăşămintele cu fier ... 506
10.12.4. Cobaltul ... 507
10.12.4.1. Funcţii în creşterea plantelor, deficit nutriţie ... 507
10.12.5. Cromul ... 511
10.12.5.1. Funcţii în creşterea plantelor, deficit nutriţie ... 511
10.12.6. Seleniul ... 515
10.12.6.1. Funcţii în creşterea plantelor, deficit de nutriţie ... 515
10.12.6.2. Ciclul seleniului în biologie ... 518
10.12.7. Clorul ... 520
10.12.7.1. Funcţii fiziologice, deficit de nutriţie, consecinţe ... 520
10.12.7.2. Translocarea şi retranslocarea clorului ... 521
10.12.8. Vanadiul ... 522
10.12.8.1. Efectul de stimulare a creşterii ... 522
10.12.9. Rubidiul ... 524
10.12.10. Alte microelemente ... 525

Capitolul 11. STABILIREA DOZELOR ŞI A METODELOR DE APLICARE A ÎNGRĂŞĂMINTELOR ÎN VIZIUNEA AGRICULTURII MODERNE ... 527
11.1. Principiile de bază ale folosirii nutrienţilor ... 528
11.2. Sisteme de nutriţie a plantelor ... 528
11.2.1. Îngrăşarea de bază şi agricultura modernă ... 531
11.2.2. Nutriţia plantelor cu azot şi corelaţia acesteia cu fosforul şi potasiul ... 532
11.2.3. Algoritmul nutriţiei plantelor cu azot ... 532
11.2.4. Schemă a evaluării îngrăşării organice şi minerale într-o exploataţie agricolă ... 541
11.2.4.1. Necesarul de fertilizare cu îngrăşăminte organice şi minerale cu fosfor şi potasiu ... 547
11.2.4.2. Aspecte specifice ale îngrăşării cu azot văzute în ţările cu agricultură dezvoltată ... 549

11.2.4.3. Îngrăşămintele organice şi aprovizionarea nutriţională de bază 549
11.2.4.4. Ce este guelle? 560
11.2.4.5. Metodologia de aplicare 560
11.2.4.6. Gunoiul de grajd ca materie primă pentru alte feluri de îngrăşăminte organice şi pentru energie 563
11.3. Condiţii biochimice pentru compostare 564
11.3.1. Avantajele şi dezavantajele compostării 566
11.3.2. Gunoiul de grajd şi biogazul 568
11.3.3. Efectul compostului asupra producţiei şi calităţii solului 577
11.3.3.1. Modelare pentru grâu 577
11.3.3.2. Modelare pentru porumb 579
11.3.3.3. Modelare pentru rapiţă 581
11.4. Îngrăşarea cu îngrăşăminte verzi 582
11.4.1. Efecte nutriţionale 584
11.4.2. Pe scurt despre cover crop sau pământul veşnic verde 589
11.4.3. Principalele utilizări ale sistemului Cover-crop şi ale îngrăşămintelor verzi 594
11.4.4. Probleme de intensificare a nutriţiei 600
11.4.5. Îngrăşămintele verzi şi reconstrucţia fluxurilor – rolul rădăcinilor . 602
11.4.6. Este lucerna un bun îngrăşământ verde? 606
11.4.7. Lucerna şi alte plante semilemnoase în relaţia cu subsolul şi modificările climatice 609
11.4.8. Implicarea culturilor semilemnoase în potenţialul încălzirii globale (PIG) 610
11.5. Composturi speciale 612
11.5.1. Ce este Biovinul? 612
11.5.2. Modalităţi de utilizare 615
11.5.3. Alte utilităţi şi referinţe 616
11.5.3.1. Principalele avantaje ale produsului BIOVIN 618
11.5.3.2. Compostul de râme, sau mai bine zis cu ajutorul râmelor 619
11.5.3.3. Îngrăşământ organic universal (IOU) 623
11.5.4. Bioactivarea solurilor cu preparate speciale 625
11.5.4.1. Câteva preparate specifice şi în spaţiul românesc: Bactofil 1 şi 2 626
11.5.4.2. Combinaţia Biovin + Bactofil şi micoriză + Bactofil 630
11.6. Preparate pentru mărirea fixării biologice a azotului la leguminoase şi gramineae 633
11.6.1. Preparate pe bază de *Azospirillum brasiliense* la culturi de cereale 638
11.6.2. Nitragin la cultura de lucernă şi alte leguminoase 642
11.7. Preparate pentru micorizarea plantelor şi a solului 647
11.7.1. Micoriza şi leguminoasele 661
11.7.2. Piaţa micorizei 664

Capitolul 12. RĂSPUNSUL PRINCIPALELOR CULTURI LA ÎNGRĂŞĂMINTELE DE BAZĂ ... 668
12.1. Factorii care influenţează răspunsul culturilor faţă de îngrăşămintele de bază ... 668
12.2. Prezentarea modelelor de răspuns în cazul grâului şi al porumbului ... 670
12.2.1. Calculul modelelor de răspuns în cazul grâului ... 670
12.2.2. Calculul modelelor de răspuns în cazul porumbului ... 678
12.3. Răspunsul florii-soarelui la aplicarea îngrăşămintelor cu azot, fosfor şi eventual potasiu şi magneziu ... 685
12.3.1. Modelele reacţiei culturii de floarea-soarelui în funcţie de azot şi fosfor ... 689
12.3.2. Concluzii ... 695
12.4. Răspunsul culturii de rapiţă la aplicarea îngrăşămintelor chimice ... 696
12.5. Răspunsul soiei la îngrăşarea de bază ... 706
12.5.1. Fosforul şi potasiul ... 707
12.5.2. Modelele de răspuns ... 710
12.6. Consideraţii finale ... 714
12.7. Concluzie finală ... 719

Capitolul 13. ÎNTREŢINEREA CULTURII ÎN NOUA AGRICULTURĂ ... 721
13.1. Cauzele care produc daune plantelor agricole ... 723
13.2. Pagube cauzate de diverse fitotoxicităţi ... 729
13.3. Măsuri de reducere a factorilor de stres abiotic la culturile agricole ... 734
13.3.1. Adaptarea plantelor la stres ... 734
13.3.2. Toleranţa ca formă de stres ... 735
13.3.3. Importanţa calciului pe perioada toleranţei la stres ... 737
13.4. Stresuri cauzate de factorii biotici ... 739
13.4.1. Conceptele de EUSTRES şi DISTRES ... 740
13.5. Modele privind stresurile biologice ... 743
13.5.1. Culturile sunt atacate de erbivore ... 743
13.5.2. Stresul cauzat culturilor de şoarecele de câmp ... 744
13.5.3. Combaterea stresului cauzat de şoareci ... 746
13.5.4. Alte mijloace de control al stresului rozătoarelor ... 747
13.5.5. Refacerea echilibrelor ecologice ... 748
13.6. Stresuri care implică utilizarea mijloacelor de protecţia plantelor ... 749
13.6.1. Stresul cauzat de buruieni ... 751
13.6.1.1. Indicele de concurenţă şi pierderile de producţie (Ic) ... 752
13.6.2. Calculul pragului de dăunare ... 760
13.6.3. Când se manifestă şi se calculează pragul de dăunare economică ... 767
13.6.4. Alelopatia – un viitor pentru controlul buruienilor ... 769
13.6.4.1. Produsele alelopatice şi şansele lor ... 772
13.6.4.2. Alelochimicale pe bază de Parthenin ... 778
13.6.4.3. Cazul special al artemisininei ... 779
13.6.4.4. *Heracleum Mantegazzianum* ... 783
13.6.4.5. Compoziţia chimică a substanţelor alelopatice ... 785

13.6.4.6. Producerea substanțelor alelopatice ... 793
13.6.5. Combaterea integrată a buruienilor ... 794
13.6.5.1. Locul managementului integrat al protecției plantelor şi al managementului integrat al buruienilor în contextul dezvoltării durabile ... 799
13.6.6. Managementul integrat al buruienilor ... 801
13.6.6.1. Schema de evoluție a metodelor de protecție a culturilor ... 802
13.6.6.2. Care este legătura dintre „MIPP (MIB) şi „FERMĂ”? ... 804
13.6.7. Unele concepții şi atitudini față de buruieni ... 807
13.6.8. Probleme speciale de prognoză şi control al buruienilor ... 811
13.6.9. Modernizarea tehnicii clasice de stropit ... 821
13.7. Concluzii ... 823
13.7.1. Clasificarea erbicidelor în funcție de modul lor de acțiune ... 828
13.8. Probleme privind controlul bolilor în agricultura viitorului ... 837
13.8.1. Clasificarea bolilor la plante ... 837
13.8.2. Mecanismele de acțiune ale bolilor ... 842
13.8.3. Exemplu de infecție la făinarea grâului cu ajutorul enzimelor ... 848
13.8.4. Calitatea producției în condițiile atacului de boli ... 855
13.9. Infecțiile cauzate de bacterii ... 856
13.10. Bolile virale şi microplasmatice ... 862
13.10.1. Despre virusuri ... 864

Capitolul 14. ELEMENTE DE MANAGEMENT INTEGRAT AL CONTROLULUI BOLILOR PATOGENE MICBP ... 871
14.1. Elemente de construcție (banca de date) ... 871
14.2. Schemă managerială MICPB ... 873
14.2.1. Măsuri preventive sau management preventiv ... 873
14.2.2. Întărirea rezistenței plantelor şi stimularea sistemului de apărare ... 874
14.3. Creşterea imunității plantelor ... 876
14.4. Biofungicidele şi fungicidele ... 880
14.4.1. Avantajele utilizării biofungicidelor ... 881
14.4.2. Dezavantajele biofungicidelor ... 881
14.4.3. Fungicidele ... 881
14.5. Managementul controlului insectelor dăunătoare ... 885
14.5.1. Insectele, oamenii, producția şi societatea ... 887
14.5.2. Studiu de caz la cereale ... 889
14.5.3. Modele de acțiune la diferite insecte ... 911

Capitolul 15. STUDIU DE CAZ PRIVIND DERULAREA NOILOR TEHNOLOGII ÎNTR-O ÎNTREPRINDERE MODEL ... 915
15.1. Efectele finale ale implementării noilor tehnologii asupra stării economice şi ecologice a fermei ... 934

Bibliografie ... 941

PREFAŢĂ

Deşi la fiecare 3-4 ani cunoştinţele ştiinţifice despre un anumit fenomen, management tehnologic, marketing etc. se înnoiesc la nivelul agriculturii, rămânem tributari, mai ales în România, unui anumit tip de gândire conservativă care, de circa 50 de ani încarcă tehnologiile agricole cu inputuri din ce în ce mai scumpe şi mai performante în spaţiul redus al profitabilităţii, şi din ce în ce mai dificil de controlat în arealele largi ale naturii.

Industrializarea agriculturii a început o dată cu descoperirea legilor nutriţiei plantelor (Boussingault, completat de Liebig), prin care s-a combătut definitiv teoria nutriţiei cu humus a plantelor şi s-a demonstrat că acestea se hrănesc cu elemente nutritive în diverse forme de prezentare. De exemplu, azotul este preluat îndeosebi sub formă de NO^{-}_{3}*. Deşi Liebig n-a afirmat niciodată că azotul este necesar a fi luat din fixarea lui industrială, rezultatul legilor sale a fost acela că s-a declanşat cu rapiditate o adevărată dezvoltare a fabricării industriale a îngrăşămintelor de sinteză care au condus la prima „revoluţie verde" şi care a indus, mai ales în ţările dezvoltate, creşteri ale recoltelor de neimaginat până la acel moment.*

La început s-a crezut că totul este bine, că problema „creşterii constante a producţiilor" a fost rezolvată. Alături de azot au venit alte inputuri la fel de necesare, pentru că aplicarea excesivă a azotului a condus la înmulţirea şi apariţia unor boli. În aceste condiţii, numărul tratamentelor cu pesticide s-a înmulţit, iar încărcătura de chimicale a depăşit capacitatea ecosistemelor de a le metaboliza şi integra. S-a produs deci ruptura. În Olanda se ajunsese la doze de azot de până la 800 kg/ha s.a., fără ca acest lucru să se regăsească în producţiile agricole. Excesul de azot a poluat rapid apele Europei de Vest, fiind necesar un program special care a început a fi implementat în anii '80 ai secolului trecut şi continuă şi astăzi. Presiunea poluantă asupra mediului şi ecosistemelor agricole a început să descrească. Se poate din nou respira pe malul Rinului şi al Mainz-ului, dar se respiră din ce în ce mai greu pe malul Dâmboviţei.

O dată alcătuite noile politici agricole de către cancelarul Fischer, Uniunea Europeană a reacționat puternic, reducând atât limitele aplicabile de azot la maximum 150 kg/ha (este vorba de azotul de sinteză industrială Haber-Bosch). S-au redus, de asemenea, numărul de molecule omologate pentru protecția plantelor, reținându-se acelea care sunt cele mai prietenoase cu mediul, dar şi cu siguranța alimentară a consumatorului. Cu 150 kg de azot se pot obține maximum 6 t grâu/ha şi paiele ca produs colateral. Prea puțin pentru o agricultură care să producă în mod curent 8-12 t cereale/ha.

1) De la acest conflict şi de la necesitatea de a hrăni mai ieftin şi mai bine, s-a născut şi ideea acestei cărți. A contribuit la decizia mea de a o scrie şi hotărârea unor grupuri de cercetare-dezvoltate de DLG-Germania de a încerca aplicarea în agricultură a unor modele de aport de inputuri existente şi funcționabile în natură. În fond, cine aprovizionează pădurea cu inputuri (cu azot în special)? Ea ne oferă durabil o cantitate de 20-25 t/an biomasa utilă, utilizând numai modele naturale de fixare şi mobilizare, din stâncă uneori, a nutrienților necesari, exact în condițiile dorite şi la momentele potrivite. Extraordinar model! Noi am împrumutat de la natură tot ce pretindem că am creat în laboratoarele noastre de chimie. Am mai pus câte ceva pe catenele lăsate libere de Dumnezeu şi am creat milioanele de preparate chimice, poluante, tocmai pentru că le-am stabilizat prin intervențiile noastre împotriva modelelor naturale de degradare.

Primul obiectiv al acestei cărți este deci de a pune la dispoziția fermierilor modele naturale de substituție a unor inputuri de sinteză. Dacă deasupra fiecărui hectar avem 80.000 t azot nu este nicio pierdere pentru atmosfera noastră, dacă prin diferite modele de fixare biologică (naturală, asociativă şi simbioză) vom aduce în sol măcar o parte din acesta. Şi noi am demonstrat că se poate. În felul acesta bilanțul azotului adus în sol se înclină spre cel natural, folosind cât mai puțin din cel sintetic, cu efect dublu: mai puțini bani scoşi din buzunar de fermieri şi mai puțină poluare. Alte două efecte indirecte se referă la siguranța alimentară a unui cetățean tot mai obosit de stresul alimentar, şi la refacerea unor ecosisteme la fel de obosite şi ele de stresul antropic.

2) Al doilea obiectiv al cărții ar fi acela de a pune pe cititor în situația de a gândi asupra a ceea ce specialiştii futurologi denumesc „Dematerializarea economică a agriculturii şi industriei". Prin dematerializare nu trebuie să înțelegem deloc neutilizarea resurselor ei, ci utilizarea lor de o asemenea manieră încât cu un litru de motorină sau petrol să obținem o valoare economică cât mai mare, sau un efect tehnologic cât mai eficace, pe fondul protecției naturii. Exemplele abundă aici. De pildă, un fermier francez utilizează numai 58 kg sământă de grâu Premium şi obține o producție de 8000 kg/ha, în

timp ce un fermier român foloseşte 300 kg sământă şi obţine numai 4000 kg/ha. Această diferenţă se regăseşte pe întreg lanţul tehnologic şi ne pune în situaţia să discutăm despre cercetări, ştiinţă, cunoaşterea şi implementarea ei şi în România, dar şi despre gândire, mentalitate şi atitudine. Tot el, francezul, utilizează numai 21,5 euro pentru lucrările solului în vederea semănării grâului, în timp ce noi depăşim uneori 80-100 euro. Practicanţii de asolamente cu plante amelioratoare sau intermediare folosesc cu 20-30% mai puţine pesticide. Exemplele sunt multe. Aceasta pentru a produce ieftin şi bun în condiţii în care resursele se epuizează, este ceea ce dorim, de asemenea, să împărtăşim cititorilor noştri.

3) Modelul inovator al acestei noi gândiri pleacă de la sloganul „Revoluţia verde are nevoie de o nouă înverzire”. Nu în ultimul rând, foarte importantă devine şi atitudinea consumatorilor care este necesar să răspundă mereu la întrebarea pe care foarte rar şi-o pun: De ce trebuie să consum 8.000-10.000 de calorii zilnic dacă corpul meu şi activitatea lui au nevoie de 3.000 – 4.000 calorii?

Aceste conflicte dintre risipă şi raţiune, gândire, modelare comportamentală vor ţine trează nu numai cercetarea dar şi politicile statelor, obligate şi ele să gândească mai mult.[*] *Deci, noile conflicte sociale din spaţiul mondial, dar şi românesc, ne solicită „schimbarea” care ar trebui să vină şi să consolideze o eventuală ieşire din criză, să consolideze echilibrele politice, sociale şi mai ales naturale.*

Modelele de transfer a substituirii inputurilor şi tehnologiilor conservativ-poluante cu cele natural-reconstructive vor conduce spre noua agricultură de mâine. Este noul model al reintensificării producţiei agricole pornind de la intensificarea modelelor naturale în limitele legilor ecologice. Căci oamenii au nevoie de hrană, dar au nevoie şi de aer, apă şi sănătate.

Am fost surprins să aflu chiar de la unii politicieni, cu o anumită pregătire agro-biologică, cum că nu văd rolul biodiversităţii în creşterea producţiei agricole. Nici nu trebuie să-l vadă politicienii. Pentru aceasta s-a inventat cercetarea şi cercetătorii, atât de dispreţuiţi în România, dar foarte apreciaţi acolo unde pregătirea tehnologiei viitorului este la ea acasă.

---

[*] În momentul corectării acestor rânduri, Preşedintele Băncii Mondiale, dl Robert Zoellick, aruncă în spaţiul public un semnal într-adevăr de alarmă, şi anume: “Impactul creşterii preţurilor la alimente poate fi devastator din punct de vedere politic şi social, cu precădere în Orientul Mijlociu şi Asia Centrală”, după care recomandă comunităţilor de state să caute soluţii inteligente pentru creşterea producţiei de alimente şi calmarea furiei preţurilor (20.02.2011 - Reuters).

Voi mulțumi din suflet tuturor colegilor şi cititorilor care după lecturarea acestui material vor fi de acord să-l comenteze în vederea îmbunătățirii viitoarelor ediții.

Autorul

Capitolul 1
TEHNOLOGII ALE AGRICULTURII SECOLULUI XXI

În lumea occidentală, țările cele mai dezvoltate ale lumii au plătit prea puțin pentru metabolismul organismului propriu şi au consumat cu mult mai mult decât ar fi avut nevoie. Necesitățile metabolice ale omului nu pot deloc să-i fie superioare unui alt mamifer de greutatea sa şi care consumă acelaşi număr de calorii. Să zicem că la unii dintre noi activitatea neuronală consumă anumite produse alimentare mai de finețe pentru a crea „produse intelectuale", fireşte mai de calitate, mai rafinate, deşi această afirmație, care îmi aparține în fapt, este oarecum îndoielnică.

Spun că este îndoielnică pentru că acest consum special, realizat de specia umană este de mii de ori mai mare decât al tuturor celorlalte specii din biosferă luate împreună. Dar, dacă în biosferă, până mai acum 3000 de ani, speciile se reglau ca populații după reguli naturale, ecologice, cunoscute şi recunoscute de abia în ultimele decenii, legile sociale alcătuite de oameni conțin în majoritatea lor reguli care au condus şi conduc îndeosebi la epuizarea logaritmică a resurselor în interesul exclusiv al speciei. S-a pierdut din vedere legea de bază a existenței şi anume aceea că însăşi specia lider se trage din natură. Ea, specia umană, s-a extras din natură, şi-a creat habitate speciale, şi-a creat legi speciale în care natura-mamă nu s-a mai regăsit decât în mileniul ultim în care am intrat atunci când pericolul foamei, lipsei de apă şi de oxigen au devenit indicatori la limită ai existenței.

S-a pus de curând problema reducerii consumurilor, s-a pus de câteva decenii, dar numai criza economică de supraconsum neacoperit din perioada 2008 - 2010, una din cele mai profunde din istoria omenirii pe timp de pace, a tras mai cu putere semnalul de alarmă. Odată cu reducerea consumului de produse alimentare şi energie a apărut, pentru prima dată, şi termenul de reducere a consumului de resurse naturale, pentru a aduce omului aceeaşi cantitate de eficiență, de satisfacție.

1.1. DEMATERIALIZAREA CREŞTERII ECONOMICE LA NIVELUL ECOSISTEMELOR NATURALE ŞI AGRICOLE

1.1.1. Definiţie

Pe scurt, dematerializarea economică reprezintă efortul societății umane pentru:

– Reducerea cantității de inputuri de proveniență naturală sau antropică pentru obținerea aceloraşi efecte economice sau bunuri absolut necesare.

– Măsuri alternative pentru înlocuirea unor inputuri costisitoare obținute în marile combinate, mai ales chimice cu produse provenite din natură, folosind modele naturale, de captare şi utilizare a acestora. Ele se încadrează, de regulă, în marile realizări ale biotehnologiilor moderne (vezi figura 1).

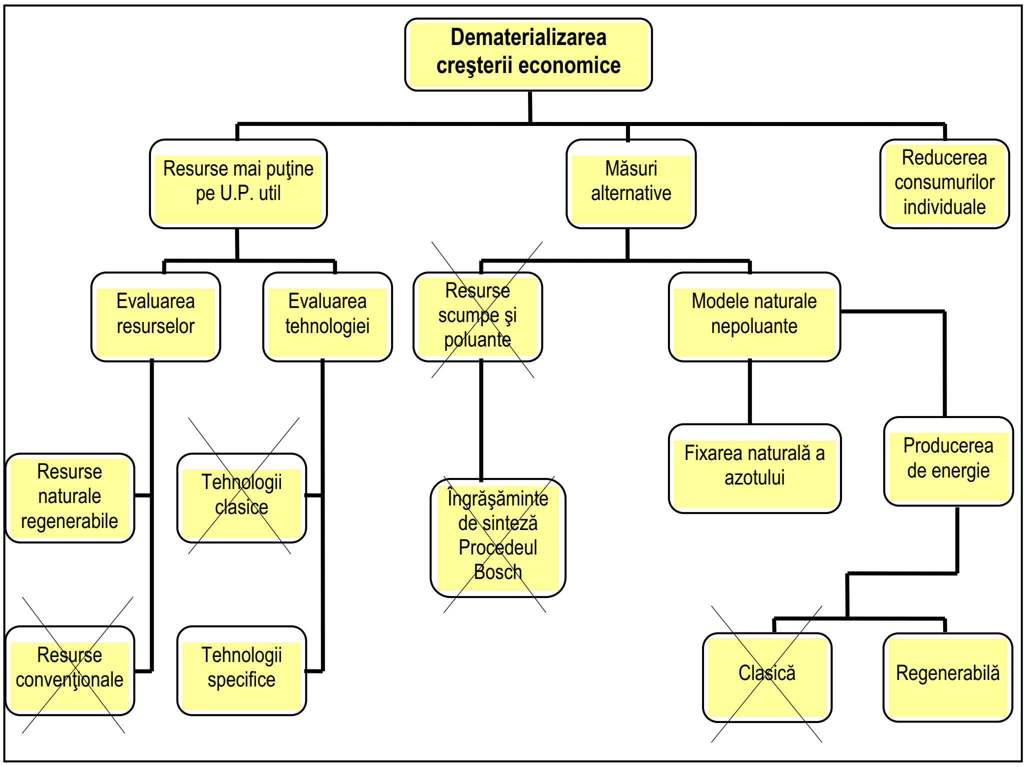


Figura 1. **Măsuri alternative pentru înlocuirea inputurilor scumpe cu altele ieftine** (original)

– Reducerea consumurilor individuale, restructurarea gândirii umane, educația, regândirea noțiunii de civilizație.

1.1.2. Modificarea completă a sistemelor economice şi de consum prin schimbarea sistemului şi circuitului sau circuitelor (figura 2).

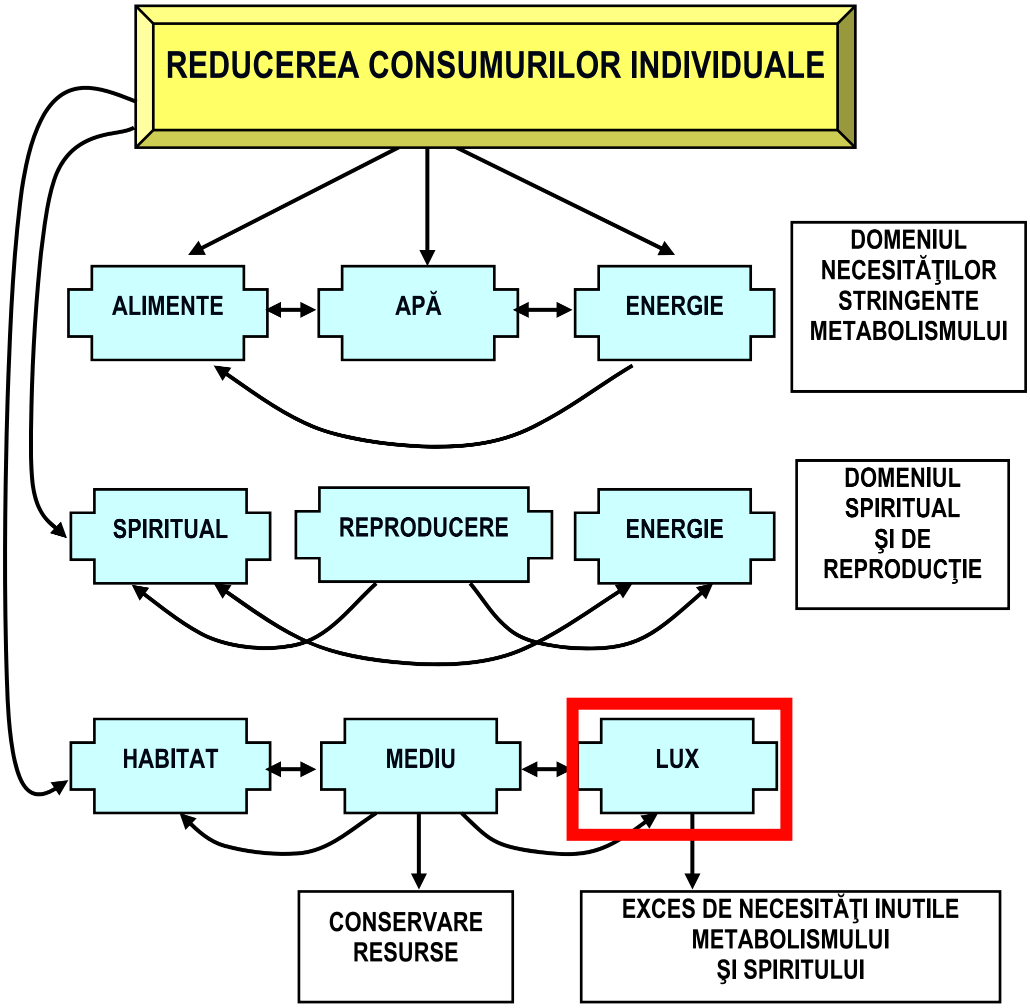


Figura 2. **Un model de reducere a consumurilor individuale** (original)

Dacă se urmăreşte fluxul de producţie al unei culturi, atunci acesta poate fi:

Asolament → monocultură →	**Lucrări ale solului →**	**Nutriţia plantelor →**	**Întreţinerea plantelor →**	**Recoltare→**	**Consum**

Costul actual al tehnologiei: aprox. 659 euro/ha.

Fluxuri modificate → costuri astăzi sub 250 euro/ha. Asemenea tehnologii vor fi prezentate în cartea de față.

Pentru a realiza procese semnificative de dematerializare este necesar de la început să ştim de la ce pornim în acest moment.

Precizare:

1. Alimentele se produc în procent de peste 90% din agricultură. Ele au devenit în acest moment periculos de scumpe. S-au creat simultan premize pentru atentate la siguranța alimentară şi sănătatea oamenilor.

2. Baza funcționării sistemului agricol este reprezentată de principalele resurse ale acestuia şi de calitatea lor (figura 3).

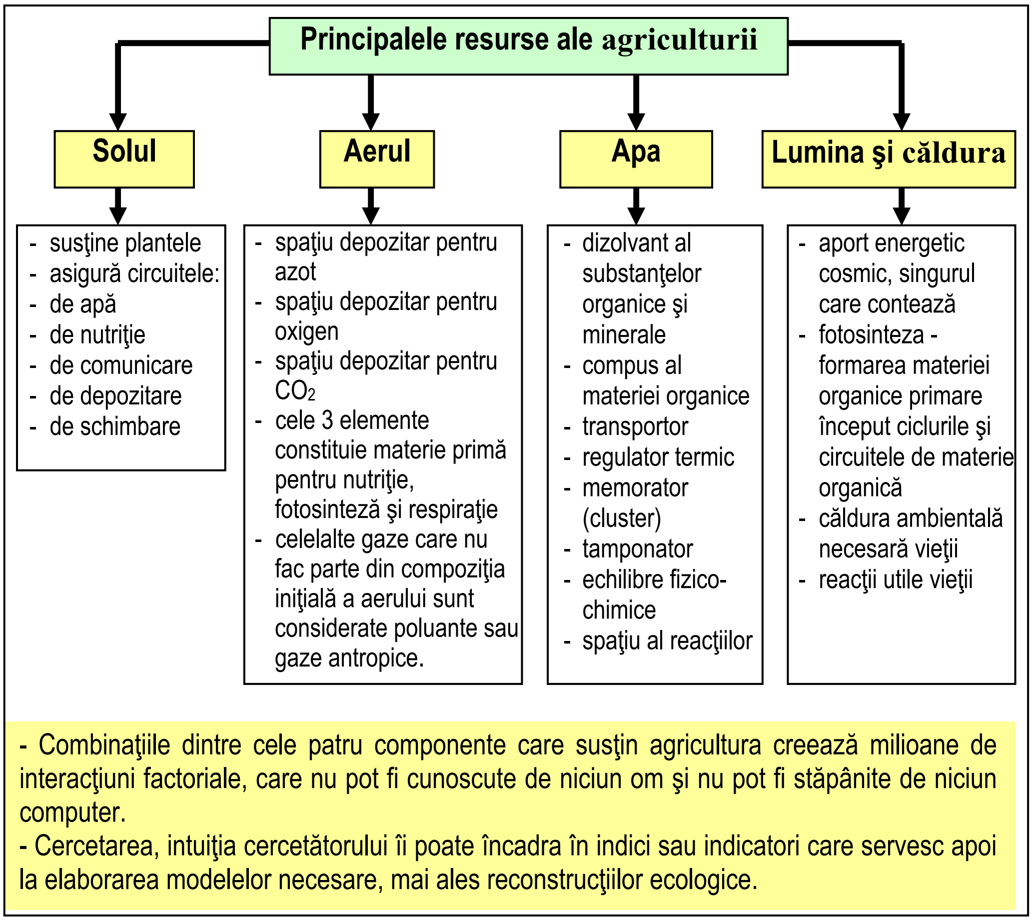


Figura 3. **Principalele resurse naturale care deservesc şi ecosistemele agricole** (original)

Atenție: Există trei tipuri de fotosinteză care sunt influențate de modificările climatice. În acest punct fiziologia şi agricultura vor conlucra pentru realizarea proceselor de fotosinteză.

Tipuri de fotosinteză	**C3**	pentru majoritatea plantelor
	CH	- CO_2 – este depozitat temporar ca 4 - C acizi organici, ceea ce creează o rată de extragere mult mai înaltă a „C” - are avantaje notabile în zone foarte luminoase şi foarte calde, la cantităţi mai reduse de CO_2 în aer. - specific pentru unele gramineae şi culturi precum porumbul, sorgul, meiul, trestia de zahăr.
	CAM	- stomata rămâne deschisă noaptea - avantaj în zonele aride - plante suculente (cactuşi, euforbii, bromeliade, agave)

În aceste condiții, modificările climatice vor accentua inecuația dintre tipurile de fotosinteză şi spectrul de culturi, adică:

C3 > C4 > CAM

deoarece:
- creşte cantitatea de CO_2,
- creşte cronic sau acut temperatura,
- descreşte azotul N (raportul C:N se reduce) o dată cu creşterea CO_2 în aer,
- modificări din ce în ce mai mari în regimul şi comportamentul apei.

Asemenea modificări vor favoriza în viitor unele culturi precum grâul, rapița, floarea-soarelui, dar vor defavoriza cultura porumbului, a sorgului. Acest fenomen se observă deja momentan în România, mai ales în condiții în care irigația nu se aplică.

Modul şi locul în care se pot crea acțiuni ale dematerializării – reducerea consumurilor sau substituția lor este prezentat în figura 4.

Analiza fluxurilor tehnologice ne conduce la locația costurilor ridicate (figura 4). Precizăm că în relația cu plantele, solul joacă rolul cel mai important şi lui i se va acorda o importanță foarte mare în această lucrare.

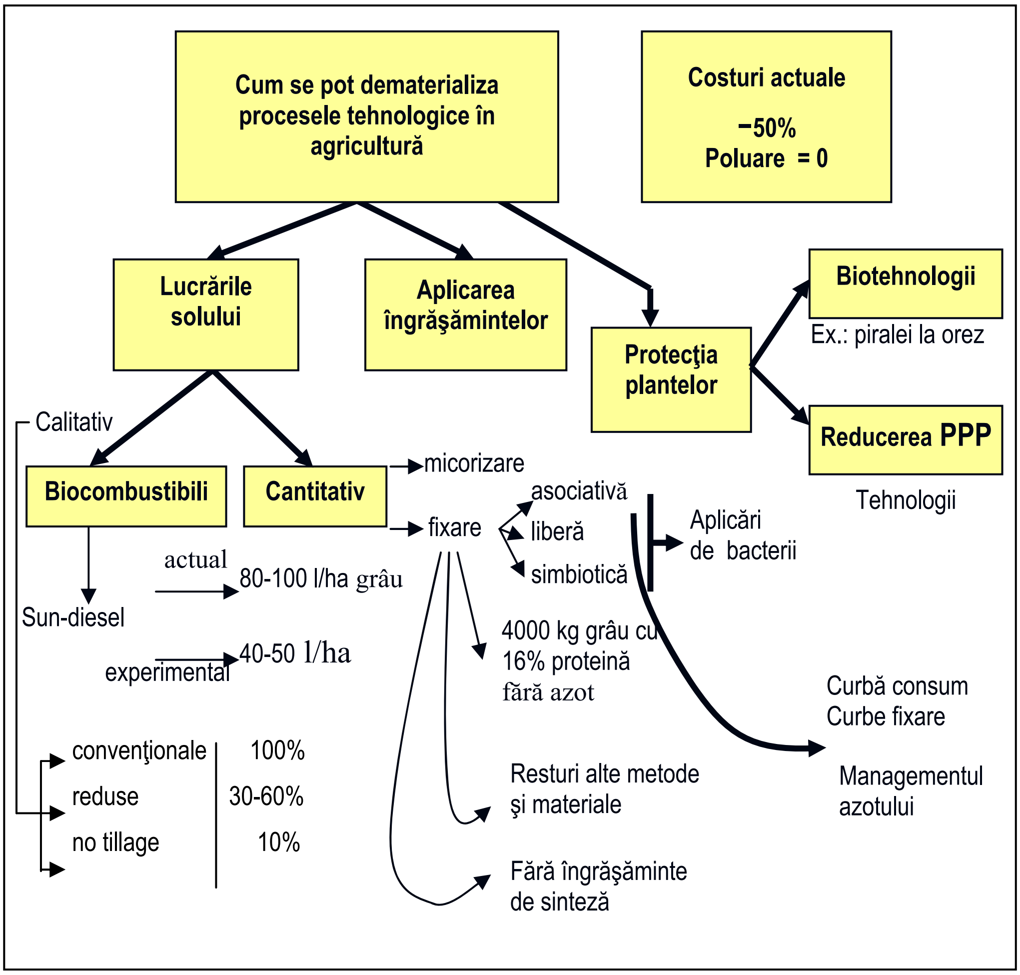
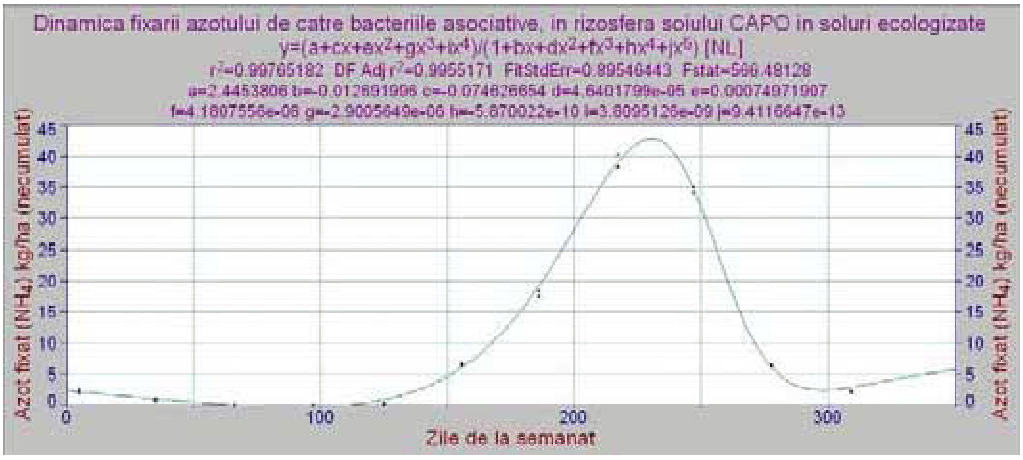


Figura 4. **Locaţii şi modele de dematerializare economică în agricultură** (original)



a – dinamică

b – cumulat

Figura 5. **Modul de fixare asociativă a azotului în rizosfera culturii grâului, în condiţii de reconstrucţie ecologică, utilizând bacteria *Azospirillium brasiliense*** (original)

Problemele ridicate de cercetarea europeană (conferințele DLG din 2008-2011, de fiecare dată în ianuarie, Ragamm, 2009) arată o pierdere a stării de fertilitate a solului datorită:

– arderii humusului, generată de lucrarea excesivă cu plugul şi aplicarea unor doze supradimensionate de azot în aşa-numita perioadă a revoluției verzi (Ragamm, 2009);

– blocajelor efectuate de hardpan, tot datorită lucrărilor la aceeaşi adâncime cu plugul, refacerea este în detaliu prezentată în lucrare (Berca M., 2009);

– fenomenului de eroziune generat de lăsarea solului descoperit, mai ales pe pante, a defrişărilor şi deforestierilor pe spații mai mari. În România deosebit de periculoase au devenit tăierile perdelelor de protecție la câmpie, a tăierii pădurilor pe pantele din zona dealurilor şi subcarpaților, desțelenirea a sute de mii de hectare acoperite cu pajişti precum şi distrugerea a sute de mii de hectare de pomi şi viță-de-vie pe terasele de pe pante. Abandonul activității inteligenței simple în agricultură, dublată de neglijența politică este cauza dezastrului agriculturii româneşti la sfârşitul primului deceniu al mileniului 3.

1.2. SOLUL ŞI NECESARUL DE ECOLOGIZARE (TRANSFORMARE)

Solul a devenit încet, dar sigur, factorul principal de perturbare a tehnologiilor agricole moderne printr-o reacție firească lui, față de proastele tratamente pe care acesta le-a primit de la inovarea plugului şi până în prezent. Solurile actuale pe mari întinderi ale planetei sunt cu totul altele decât cele originale lăsate pământenilor spre înțeleaptă folosire de către mama natură şi bunul Dumnezeu. De aceea, cuvântul de ordine acum, în prag de colaps planetar, este acela al reconstrucției ecologice a solurilor, care pentru cele 5 milioane ha de soluri arabile din România începe cu schimbarea atitudinii față de lucrările solului, despre care scriem puțin mai departe.

Solurile au devenit deci neecologice, degradate, bolnave. Iar într-un sol neecologic care presupune, în fond, un sol aflat „în comă”, viața lui biologică a început să dispară. În loc de 30 t ființe vii pentru fiecare hectar, de abia mai respiră 3,0 t/ha, structura este distrusă. Scheletul mineral domină abundent biosul. Un sol ecologic sau ecologizat este un sol viu, cu o viață extrem de activă, cu o rezervă imensă de apă, aer şi elemente nutritive, în care plantele se simt bine şi fără aportul inputurilor antropice de sinteză. Un sol ecologizat reprezintă perfecțiunea naturii, mirosul de pâine sănătoasă şi de aer curat – reprezintă durabilitatea vieții pe pământ.

În figura 6 se prezintă, în paralel, un sol activ ecologizat (stânga), atât în sistem antropic cât şi natural, şi unul degradat, de asemenea antropic şi natural, care de la suprafață spre adâncime prezintă aceeaşi imagine tristă a lipsei de viață pe care nu ne-o dorim deloc pentru solurile noastre.

Între cele două stări ale solului mai sus prezentate există o serie de situații intermediare. Ele au fost bonitate de noi, sub forma unor indici de

ecologizare ai solului, pe care îi găsiţi prezentaţi în lucrare şi care au stat la baza construirii modelelor de producţie în funcţie de umiditate şi starea ecologică a solului, considerând – cel puţin pentru o zonă limitată – că celelalte resurse despre care am vorbit în figura 3 rămân constante (aerul + lumina/căldura).

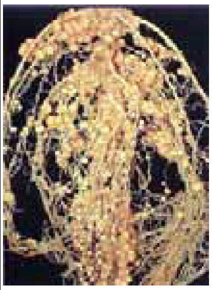
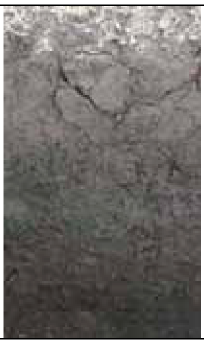
	Ecologizat	**Aridizat**
Antropic		
Natural		
Solul şi subsolul		

Figura 6. **Imaginea de la suprafaţă spre profunzime a unui sol ecologizat** – stânga **şi a unuia aridizat** – dreapta (original)

Starea ecologică a solului poate fi influenţată negativ de fiecare verigă a lanţurilor tehnologice prezentate mai sus şi de acest lucru este obligatoriu a se ţine seama în procesul dematerializării şi ecologizării solului şi arealelor. Pentru aceasta este necesar ca ţinând cont de rezultatele ştiinţifice să reluăm algoritmul tehnologiei şi să vedem ce se întâmplă dacă nu respectăm legile biologiei şi ecologiei.

Din paşii 1 şi 2 ai algoritmului am reținut că, prima verigă, asolamentul aplicat ştiinţific poate reduce cu 20-40% costurile de producţie ale fermei, bazate întocmai pe substituirea unor inputuri şi că împreună cu pasul 2 (lucrările solului) se realizează, pe fond, tranziţia de la sol neecologic la sol ecologic.

În acest sens, în lucrare este prezentat algoritmul de detaliu al acestei tranziţii de la lucrări convenţionale la cele protectoare şi apoi la non-tillage sau semănat direct în mirişte. Perioada de ecologizare poate dura 3-7 ani, în funcţie de gradul de degradare al solului şi mai ales în funcţie de textura lui. Orice intervenţie asupra solului are obligaţia că respecte următoarea regulă:

Începând cu alegerea structurii culturilor, a asolamentului, a lucrărilor solului, a sistemului de nutriţie, a sistemului de întreţinere şi a recoltatului, este absolut necesar ca prin fiecare dintre ele să se facă un pas, oricât de mic, în direcţia revenirii solului spre modelul lui natural, modelul de pornire în momentul intrării lui în gestiunea omului.

În absenţa unui sol ecologizat pot fi infectate cu boli o serie întreagă de alte culturi mono şi dicotiledoante, cum ar fi: mazărea, soia, fasolea, porumbul, sfecla de zahăr etc. Modificarea florei, care să distrugă parazitul fungic *Ophiobolus graminis*, poate să apară prin simpla prezenţă a noilor plante premergătoare, sau poate fi adusă prin activări biologice specifice prezente în produse specializate (Biovin sau Bactofil) sau în composturi bine elaborate. Una din bacteriile care poate distruge fungul respectiv este *Pseudomonas fluorescens* (Bactofil).

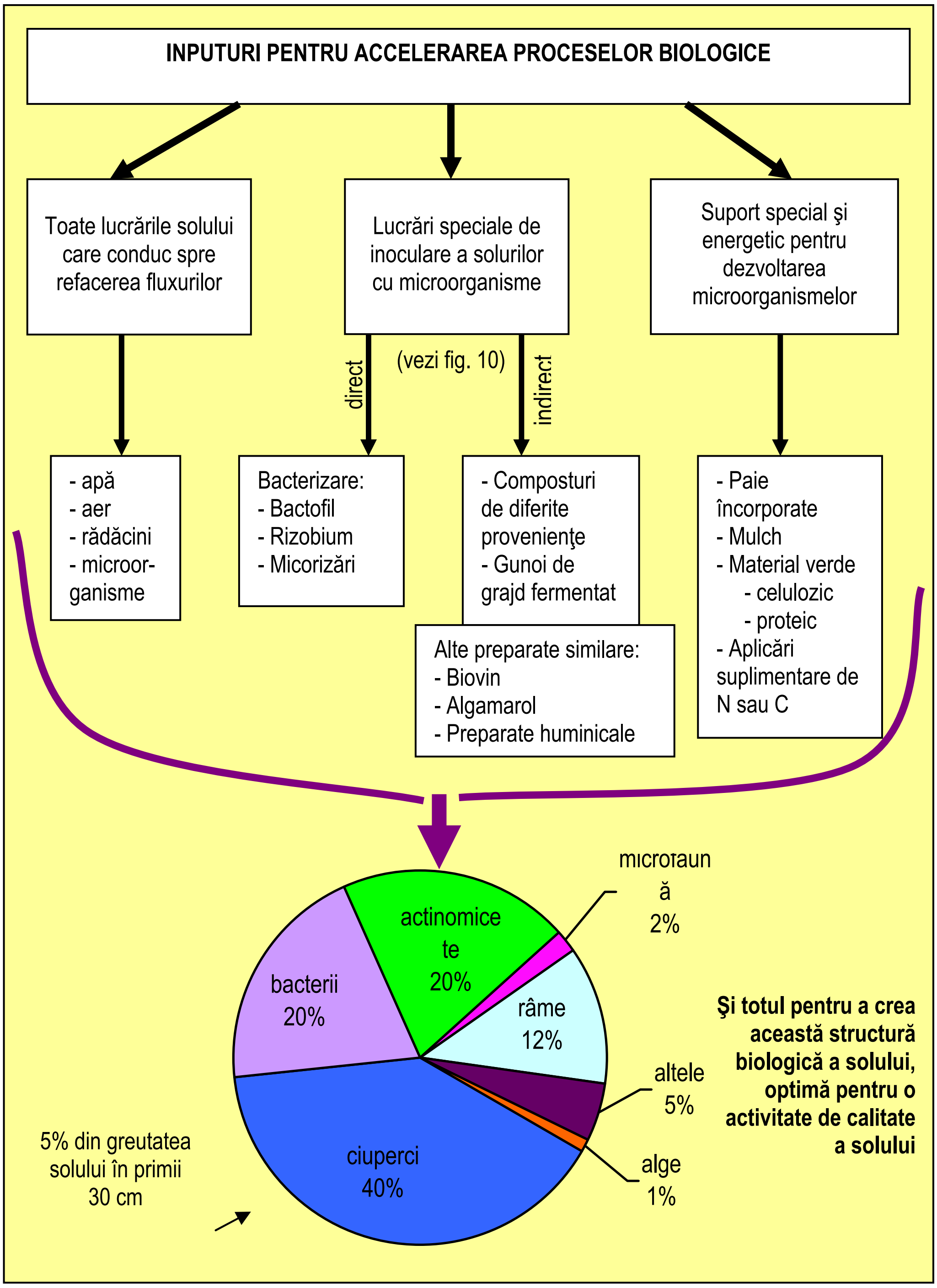


Figura 7. **Inputuri pentru accelerarea proceselor biologice** (original)

1.3. ALGORITMUL REFACERII ECOLOGICE. PAŞII CARE TREBUIESC FĂCUŢI ÎN ECOLOGIZAREA SOLURILOR ŞI DEZVOLTAREA AGRICULTURII ALTERNATIVE

1.3.1. Neapărat trebuie gândit un asolament pe baza datelor cercetării ştiinţifice

CERINȚE

- **Contribuie la echilibrarea activității solului din toate punctele de vedere (vezi şi figura 3).**
- **Reduce cu 40-50% necesarul de pesticide datorită reducerii presiunilor de infecție cu boli, dăunători şi buruieni (vezi figura 8).**
- **În funcție de tipul de asolament se reduc cu 30-50% cantitățile de azot necesare culturilor şi cu 20-40% pe cele de fosfor şi potasiu. Datorită favorizării fixărilor biologice (liberă, asociativă, simbiotică) cele mai potrivite asolamente sunt cele care includ cel puțin 20% din suprafață cu plante leguminoase. (Plantele leguminoase mai sunt denumite şi plante amelioratoare de sistem).**
- **Utilizarea asolamentelor cu solă săritoare (lucernă, trifoi) măreşte cu încă cel puțin 10% productivitatea fermei.**
- **Folosirea plantelor intermediare (borceaguri, măzăriche, mazăre), cu sau fără încorporarea de toamnă, aduce suplimentar o valoare adăugată asolamentului cu 8%.**

Folosirea unui asolament de 4-5 ani reduce cu 20-40% costurile de producție ale fermei. Aspectul acesta este foarte important în condiții de criză financiară şi de competitivitate la nivel global (vezi şi prețurile inputurilor), dar şi prețurile globale ale alimentelor la nivelul anului 2011.

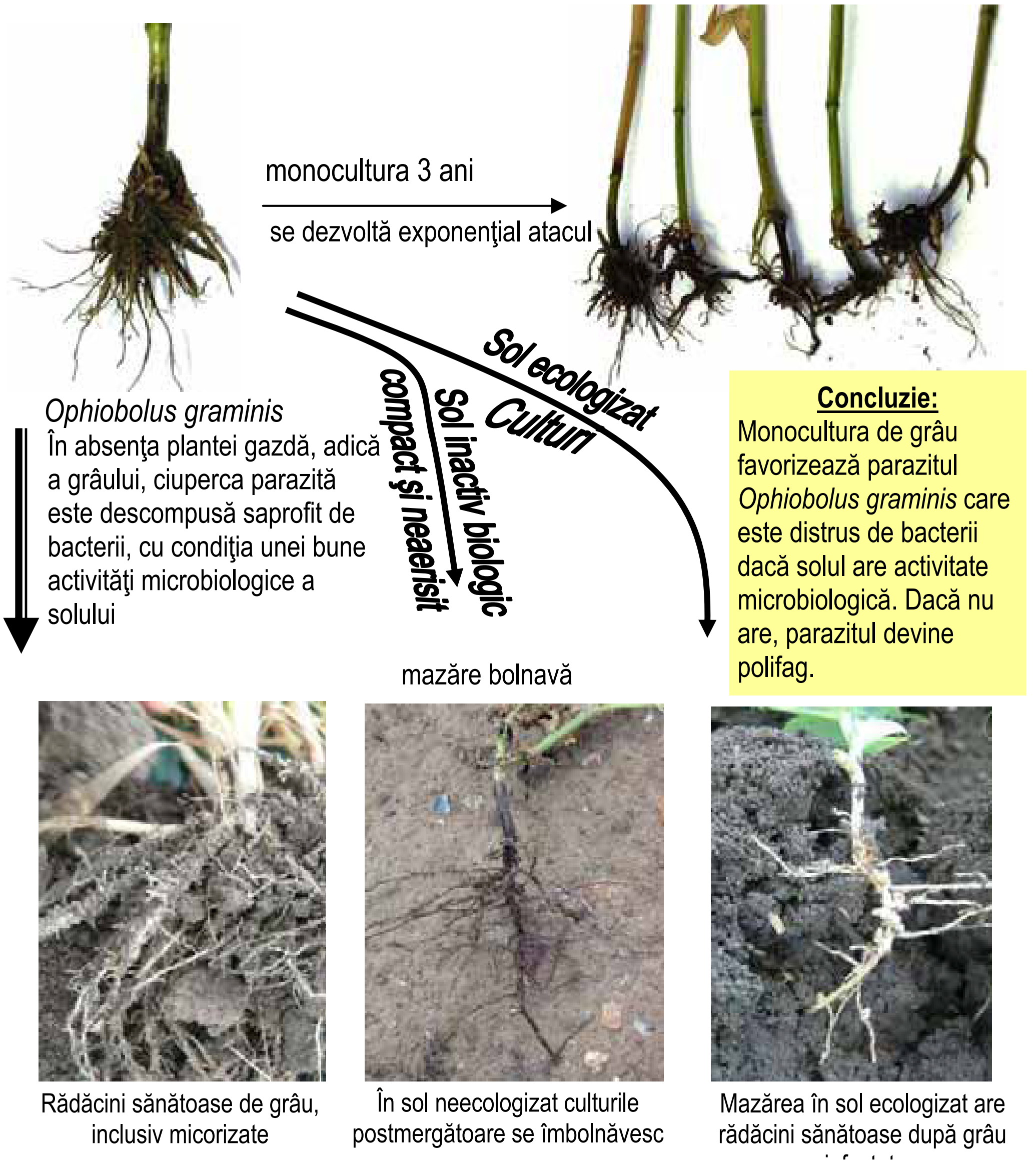


Figura 8. **Schemă privind comportamentul în sol al ciupercii *Ophiobolus graminis*, în funcţie de activitatea biologică a solului şi de persistenţa monoculturii la grâu**
(Prelucrare originală)

Asolamentul este necesar a fi văzut ca o variantă de substituţie a unor inputuri. Cercetările noastre arată că introducerea unor plante amelioratoare precum mazărea, în asolamente largi, într-o participare de 20% (cinci plante) poate substitui 130 kg N (prin fixare simbiotică), care altminteri ar trebui aplicat din comerţ cu costuri de cel puţin 1250-1500 euro/t s.a., la care se adaugă costurile de depoluare. Aceasta înseamnă că mazărea ne lasă în sol aproape 200 euro, contravaloarea nutriţiei cu azot pentru o producţie de 5,4-5,5 t grâu, inclusiv paiele.

1.3.2. Lucrările solului

Avem deci un argument de o mare importanţă pentru aducerea solului într-o stare ecologică normală.

Cercetările moderne demonstrează faptul că solurile sunt cu atât mai eficiente pentru cultura plantelor cu cât ele lasă solul într-o stare cât mai apropiată de cea naturală. Solurile naturale, prezente mai ales sub vegetaţie naturală de ierburi şi leguminoase, se caracterizează prin:

– bună arhitectură a solului (structură optimă de tip granular);

– recepţie excelentă a apei şi transmitere în profunzime a acesteia pentru înmagazinare pe profil şi filtrare spre pânza freatică;

– se evită astfel fenomenele de eroziune;

– întreaga activitate biologică a solului se desfăşoară în parametrii optimi (vezi şi figura 9).

Sunt prezente ciupercile (40% din volumul microorganismelor), inclusiv sub formă de micoriză, ceea ce garantează o foarte bună dezvoltare a plantelor şi conservarea solului.

Sunt prezente bacteriile (20%) din greutate, inclusiv a celor fixatoare de azot, care aduc în sol o cantitate importantă de azot, substituind în felul acesta pe cel de sinteză.

Cantităţile de azot fixate pot fi următoarele:

– fixare liberă = 10-30 kg/ha;

– fixare asociativă = 70-90 kg/ha;

– fixare simbiotică = 60-300 kg/ha, în funcţie de tipul de bacterie, respectiv de plantă gazdă.

În figurile (diagramele) 7 şi 8 sunt prezentate avantajele micorizei şi micorizării, iar în figura 10 sunt prezentate avantajele inducerii în sol a unor bacterii, în cazul în care acestea lipsesc.

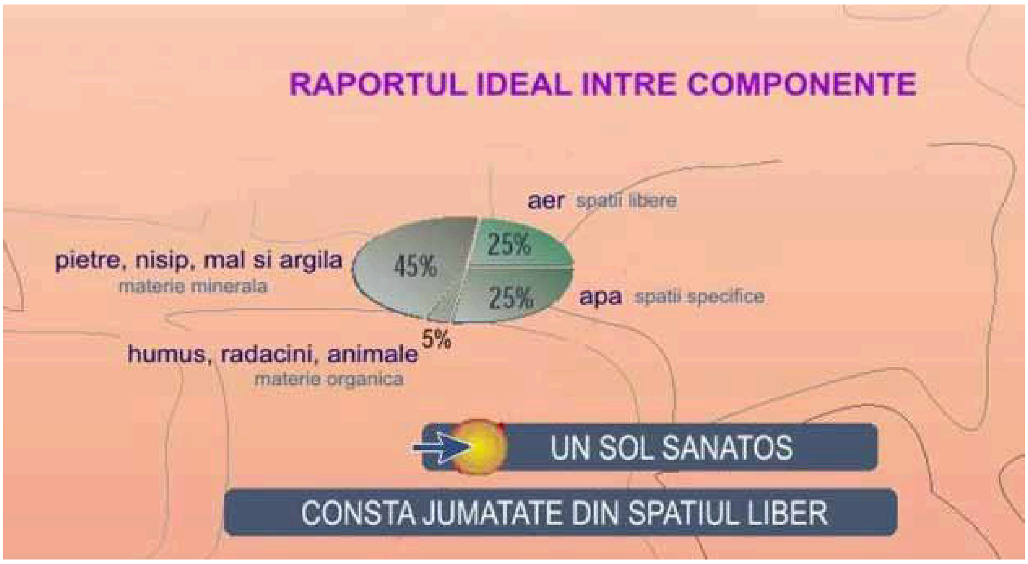


Figura 9. **Solul - organism viu**

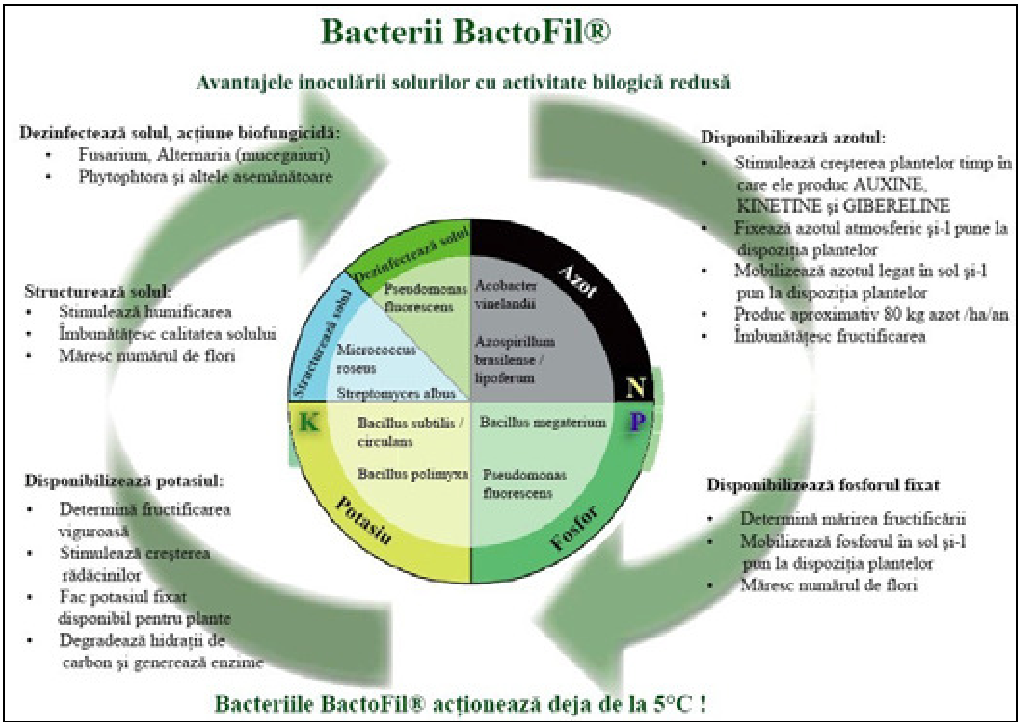


Figura 10. **Bacterii BactoFil** (preluat după prospectul produsului)

Una din funcțiile importante ale lucrărilor solului este aceea de a contribui la refacerea fluxurilor de apă şi materii nutritive, inclusiv a microorganismelor şi rădăcinilor către profunzime, în situația în care solul în cauză este afectat de grave fenomene de tasare, de distrugere a structurii la suprafață, sau de formare a hardpanului (vezi figura 11).

Din cauza lucrărilor de arat, efectuate în sectorul micilor producători la adâncimi constante de 15-20 cm, talpa plugului s-a format începând cu această adâncime. Fermele mai mari de până la 4.000 ha (1.000-4.000 ha) au făcut arături mai adânci de până la 25 cm, de data aceasta talpa plugului se formează începând cu această adâncime.

În ultimii 30 de ani nu s-au mai efectuat lucrări de subsolaj în agricultura României, din care cauză terenul s-a tasat pe adâncimea de 30-45 cm, existând un strat a cărui compactitate se află între 30 şi 50 kg/cm^2, complet impermeabil pentru apă şi rădăcini. Prin urmare, pe adâncimea de 35 cm se desfăşoară întreaga activitate a solului, zona din profunzime fiind practic sterilă. Acolo nu pătrund nici rădăcini, şi nu există nici activitate biologică. Indicatorul principal al ecologizării solului – râma – lipseşte cu desăvârşire.

Figura 11. **Secvenţă de sol din stratul tasat datorită hardpanului**

Există însă soluţii: Distrugerea tălpii plugului prin subsolare la cel puţin 55–60 cm este obligatorie în Câmpia Burnasului şi oriunde conţinutul de argilă este mai mare de 35%, pentru refacerea echilibrului apă–aer din sol. Dacă acest lucru se face corect, apa pătrunde în profunzime, iar rădăcinile plantelor vor face acelaşi lucru (figurile 12 şi 13).

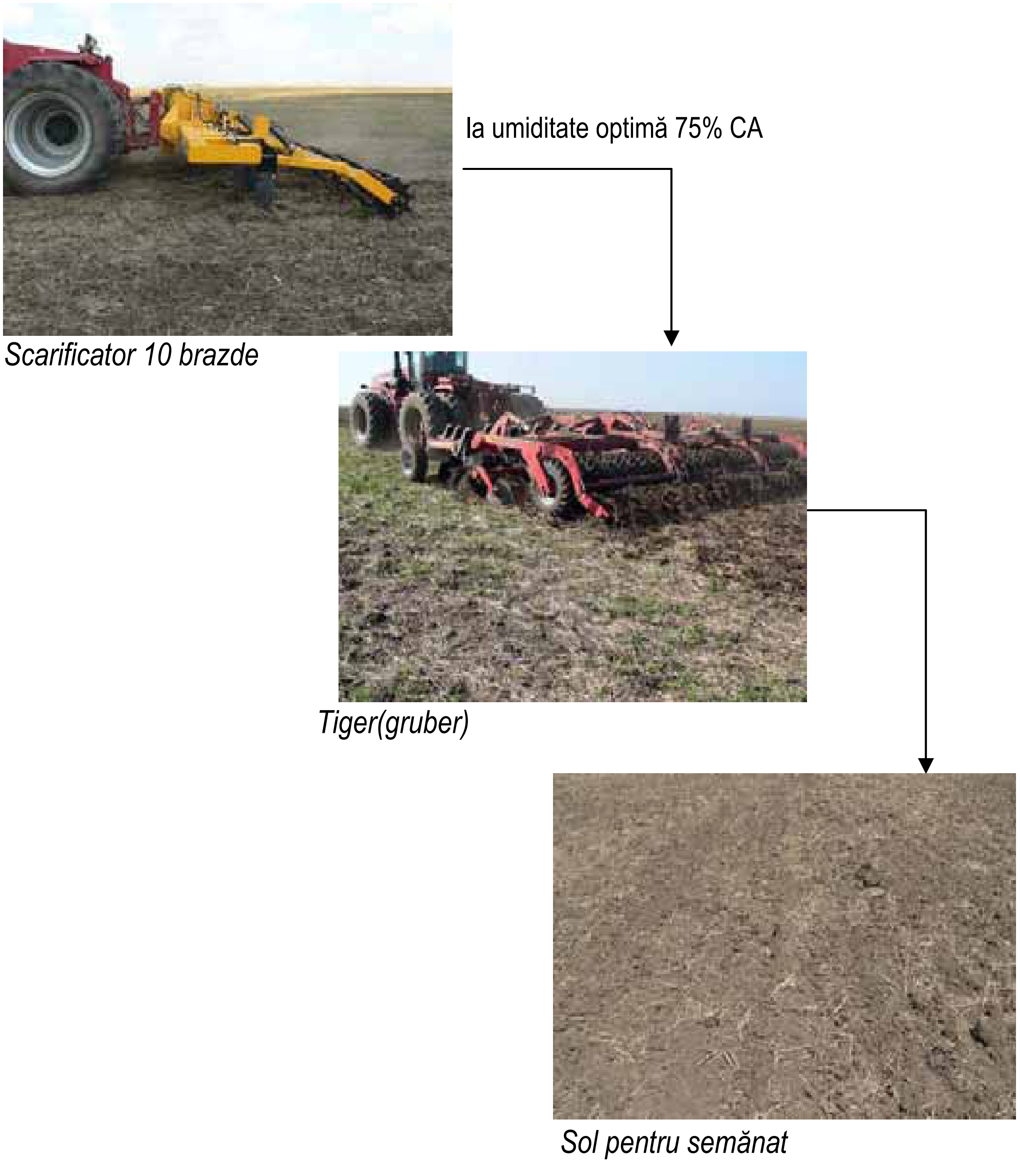


Figura 12. **Setul de lucrări necesar refacerii fluxurilor pe soluri tasate de la Alexandria** (original)

a

b

Figura 13. **Scarificarea cu scarificator special – soluţie singulară în începerea refacerii fluxurilor imediat după scarificare, rădăcinile pătrund în adâncime, iar celelalte lucrări de pregătire a patului germinativ se efectuează cu consum redus de energie**
(foto şi procesare autor)

Notă: Aparatura de scarificat solul lucrează până la 55-60 cm cu dislocarea buruienilor şi a altor resturi organice, tăiere verticală a solului şi orizontală a buruienilor la adâncimea programată. De regulă însă, masa principală a rădăcinilor buruienilor se află în stratul de 5-15 cm.

Figura 14. **Formarea fisurilor în monoliţii din talpa plugului şi recrearea fluxurilor pe verticală pentru apă, aer, microorganisme şi rădăcini** (foto autor)

Prin subsolare profundă, blocurile masive de sol dur vor fi ridate şi fisurate, deschizând în profunzime căi de pătrundere a apei, rădăcinilor şi a altor forme de viață. Se reface vitalitatea solului. În imaginile următoare se prezintă un sol structurat şi unul nestructurat. Structurarea s-a efectuat prin metode speciale de ecologizare a solului (figurile 14, 15, 16, 17).

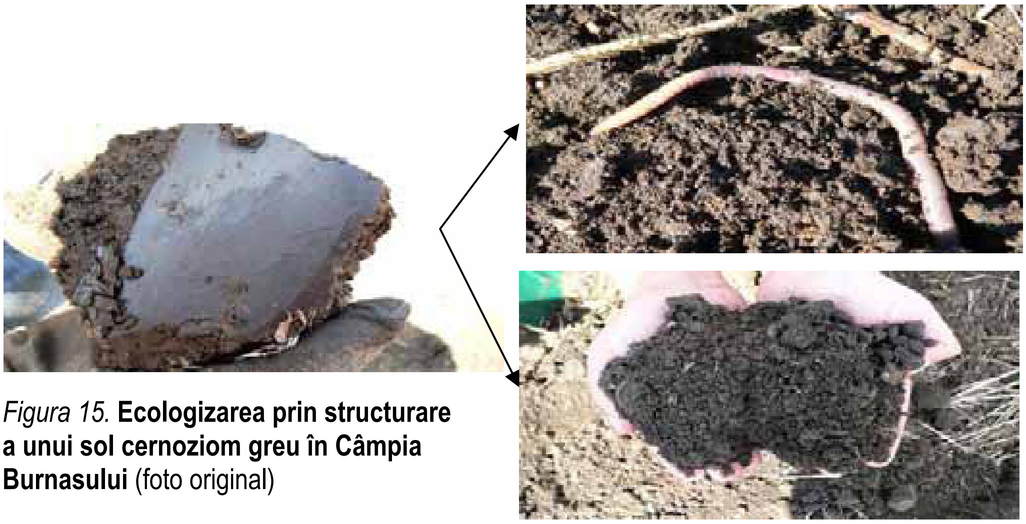


Figura 15. **Ecologizarea prin structurare a unui sol cernoziom greu în Câmpia Burnasului** (foto original)

Transformarea solului este evidentă şi pe fotografiile de mai jos:

a. Sol înainte de scarificare

b. Sol după scarificare

c. Sol structurat

Figura 16. **Dezvoltarea plantelor este extrem de diferită pe cele două tipuri de sol (netransformat şi transformat)** (original)

Anul 2007 a fost foarte secetos, aşa încât plantele au supravieţuit şi produs mai mult pe rezerva de apă acumulată în toamnă. Acest lucru a fost posibil în solul ecologizat, dar imposibil în cel neecologizat (figura 14).

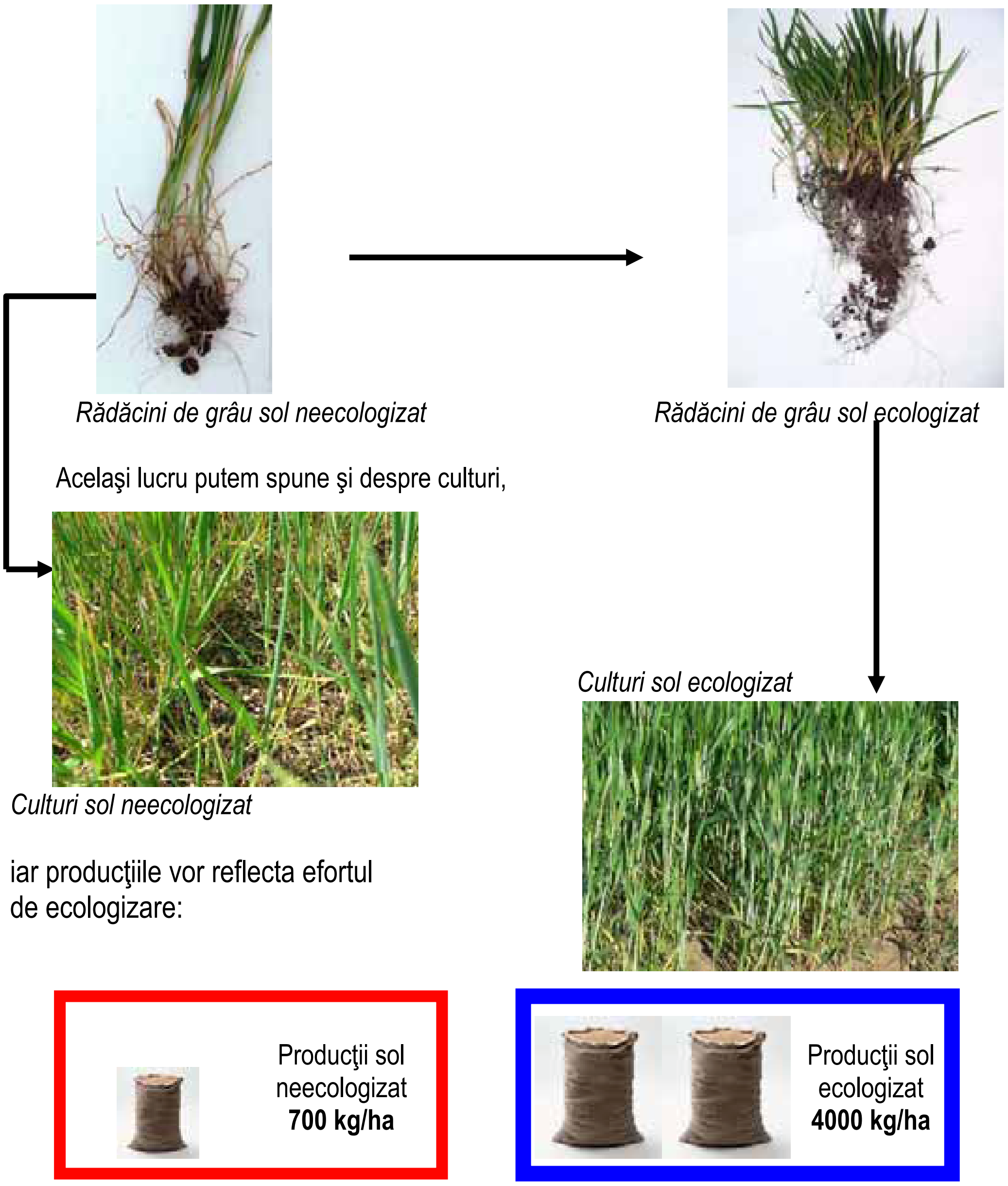


Figura 17. **Comportamentul unor soiuri de grâu Premium în condiţiile extrem de secetoase ale anului 2007, în condiţii de sol ecologizat comparativ cu cel neecologizat** (montaj autor)

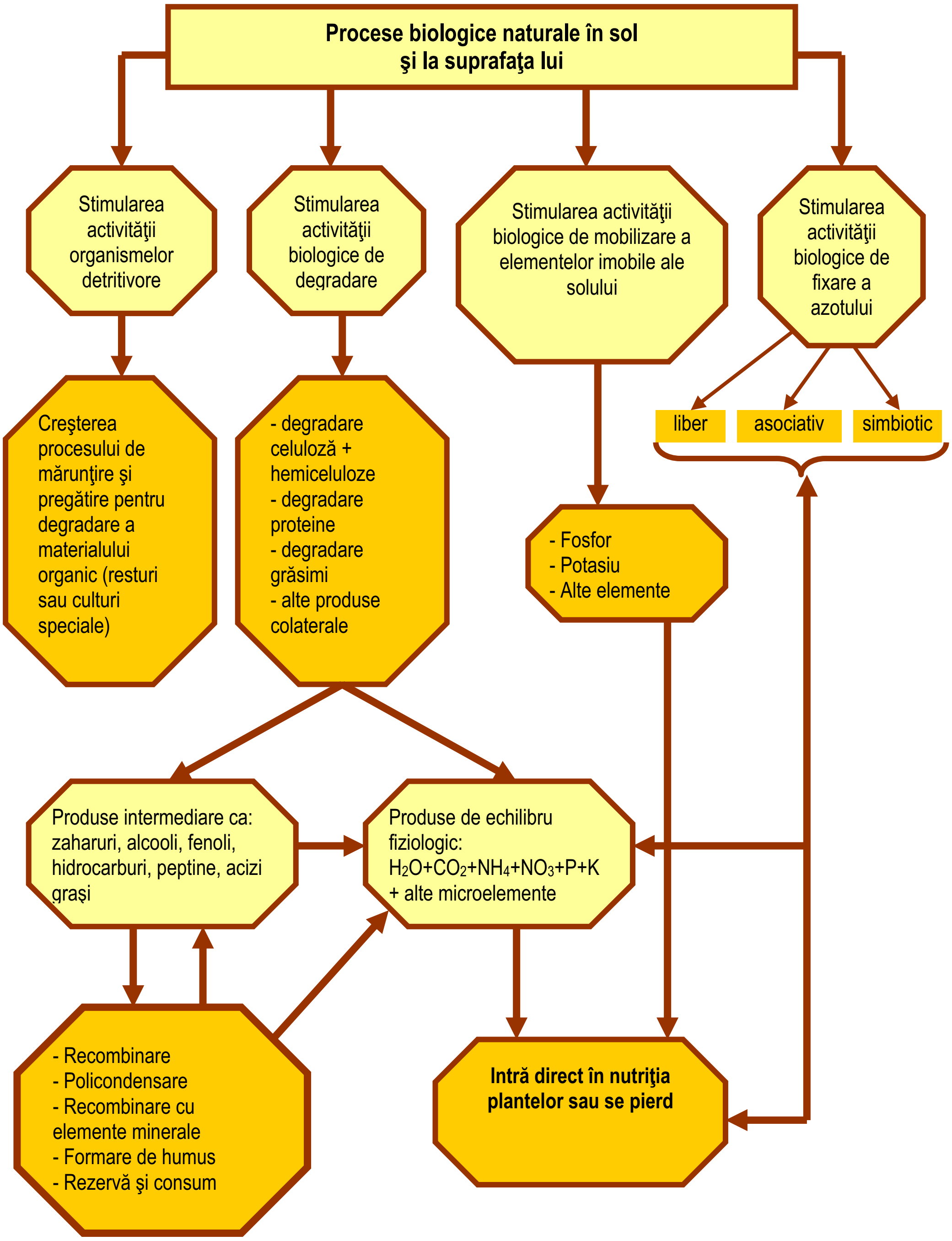


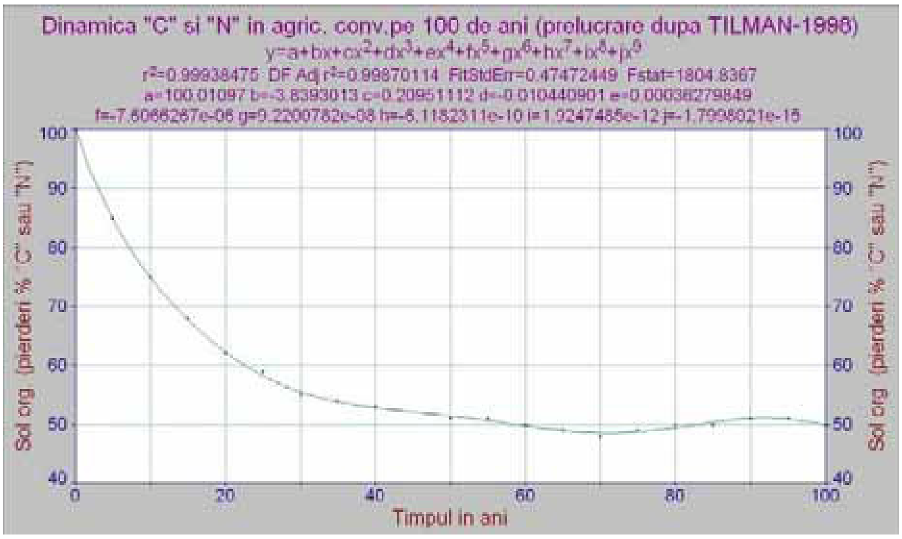
Figura 18. **Accelerarea Proceselor Biologice Naturale în solurile ecologizate sau în curs de ecologizare**

1.3.3. Continuarea procesului de ecologizare şi stabilizarea durabilă a reconstrucţiei ecologice

Solul poate să dețină, prin asolamente moderne şi lucrările solului, capacitatea de a comunica pe verticală. Şi, cu toate acestea, mai ales pe solurile sărace în humus, exploatate nemilos, în care humusul şi microorganismele aproape au dispărut, sunt necesare unele practici care să conducă la refacerea stării vitale a acestuia. Este imperios necesar ca solul să redevină un organism viu, care să poată să-şi îndeplinească toate funcțiile promovate în figura 3. Practic acest lucru este posibil şi pentru aceasta am alcătuit diagrama din figura 18.

Scopul acestui demers este acela de a aduce în sol o cantitate cât mai mare de materie organică, sub formă de resturi organice (paie, tulpini de rapiță şi floarea-soarelui, tulpini de porumb bine mărunțite, resturi de buruieni etc.). O dată introdusă în sol materia organică ar putea să nu fie complet degradată dacă nu sunt acolo şi organismele respectiv microorganismele, care să-şi facă treaba.

Absolut toate acțiunile care conduc la degradarea materiei organice (detritivorele): descompunerea (ciuperci şi bacterii) – mobilizarea elementelor nutritive (bacterii + actinomicete), fixarea azotului (bacterii + actinomicete) este necesar a fi activate. Activarea înseamnă în egală măsură reintroducerea în sol a unei mari cantități de carbon.



Sursa: Procesare proprie după datele lui Tilman.

Figura 19. **Dinamica „C" şi „N" în agricultura convențională pe 100 de ani** (prelucrare după Tilman, 1998)

Cercetările efectuate de Tilman şi prezentate prin prelucrare proprie în figura 19 demonstrează că prin folosirea unei agriculturi convenționale timp de 50 de ani, cantitatea de substanță organică a solului a scăzut de la 100% la 50%, şi a rămas relativ constantă timp de alți 50 de ani (100 de ani în total).

Intervenind cu elemente de agricultură alternativă, cum ar fi gunoi de grajd, asolament şi lucrări de conservare a solului – în ultimii 50 de ani constatăm următoarele:

a) Gunoiul de grajd aplicat în doza de 20 t/ha/an a refăcut complet materia organică a solului (110%).

b) Asolamentul format din 4 culturi îmbunătățeşte cu până la 30% conținutul materiei organice din sol (figura 20).

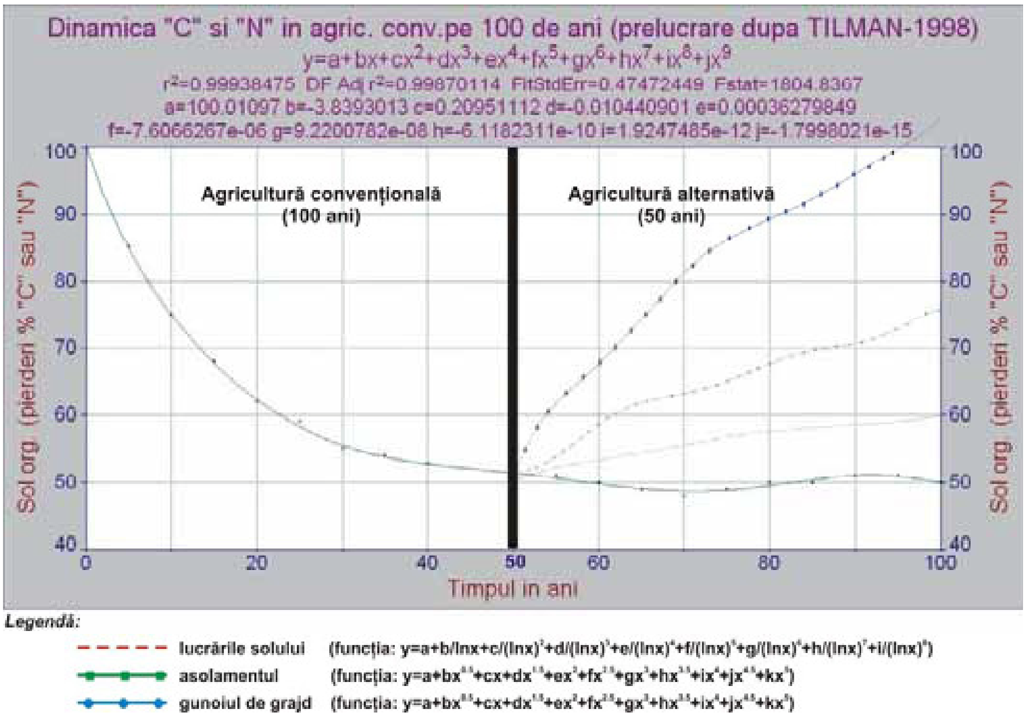


Figura 20. **Dinamica „C" şi „N" în agricultura convenţională pe 100 de ani. Reconstrucţia solului utilizând gunoi de grajd, asolamente şi lucrări specifice ale solului**
(Prelucrare după Tilman – 1998)

c) Prin îmbunătățirea lucrărilor solului s-a câştigat 10% la stocul de materie organică din sol. Nu s-au folosit însă cele mai moderne sisteme de lucrare a solului apărute doar de curând în peisajul tehnologic al agriculturii mondiale.

Cercetările noastre efectuate pe solurile de la Alexandria (Câmpia Burnasului) arată că prin introducerea în asolament a mazării (circa 20%), în condițiile solului deja ecologizat, se pot obține până la 130 kg azot după o dinamică ce se suprapune peste consumul plantelor (figura 21). Dacă bacteriile simbiotice lipsesc din sol este necesară aplicarea preparatelor bacteriene atât la mazăre, cât mai ales la soia. În felul acesta pe de o parte se obțin producții mai mari, iar pe de altă parte se reține în sol o cantitate mai mare de azot alternativ din atmosferă.

Figura 21a. **Dinamica formării azotului simbiotic la cultura de mazăre Rosalia în sudul României – 2008**

Figura 21b. **Dinamica acumulării azotului format simbiotic la mazăre Rosalia în sudul României – 2008**

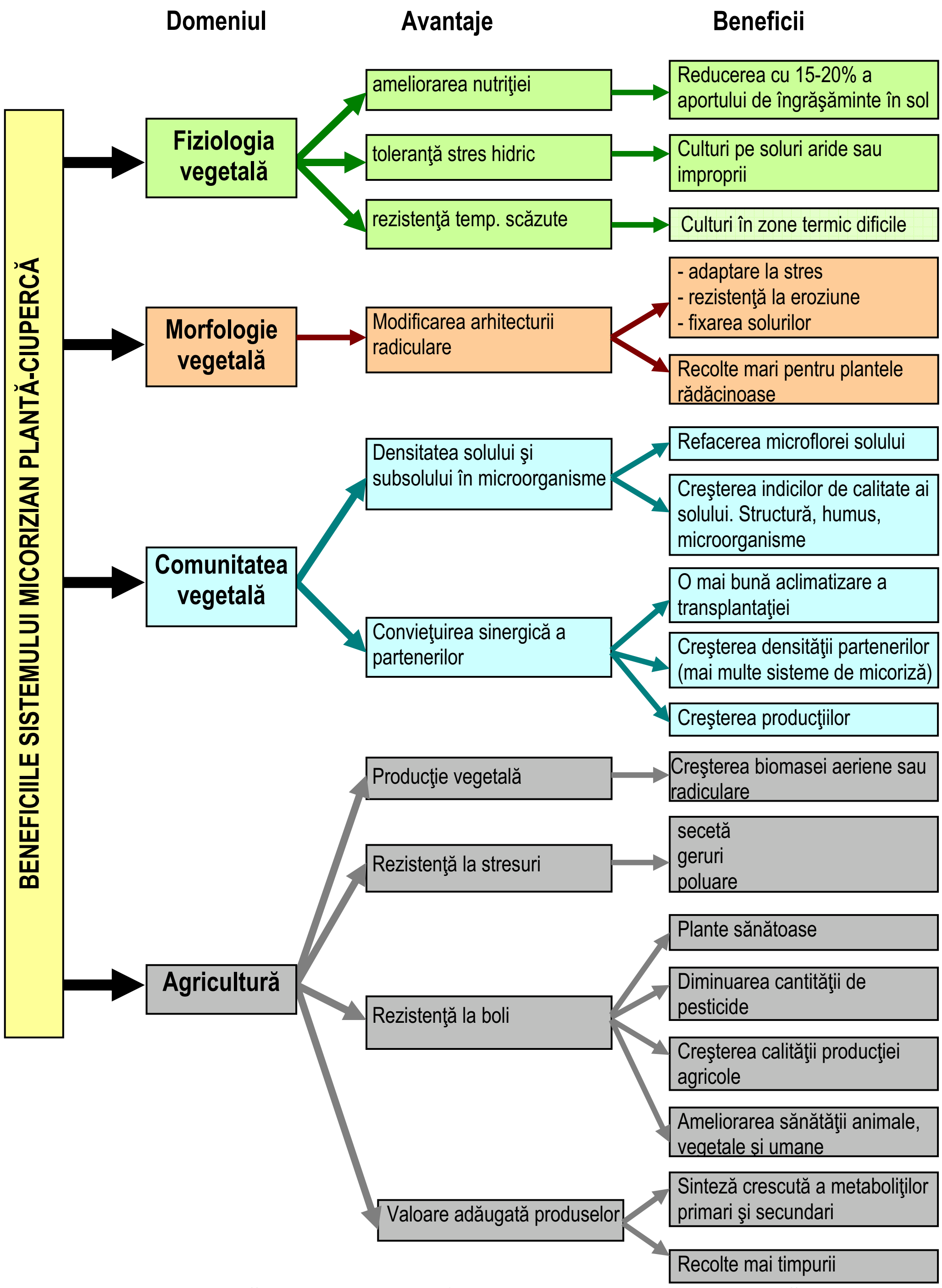


Figura 22. **Diagramă tip arbore a beneficiilor sistemului simbiotic plantă-ciuperci în natură şi agricultură**

Dacă se doreşte o performanţă şi mai mare a solurilor şi mai ales a relaţiei dintre sol şi plante, se poate folosi micorizarea controlată a solului şi plantelor, folosind preparate speciale formate din sporii diferitelor specii de Glomus puse pe un suport de argilă (Berca M., 2009). Avantajul sistemului de micorizare a solurilor şi plantelor este enorm. Peste 90% din plante acceptă endomicoriza, iar avantajele prezentate în figura 22 sunt cu adevărat fantastice. În carte sunt prezentate detalii şi numeroase experimentări pe această temă, utile practicianului agricol. În Franţa se foloseşte foarte mult nu numai micorizarea de tip *endo,* cât şi cea de tip *ecto,* îndeosebi pentru conifere şi alte plante ornamentale, care se livrează consumatorului cu specii de ciuperci comestibile, cu care creează un ambient biodiversitar aparte consumatorului.

1.3.4. Două principii mari ale agriculturii alternative în secolul XXI

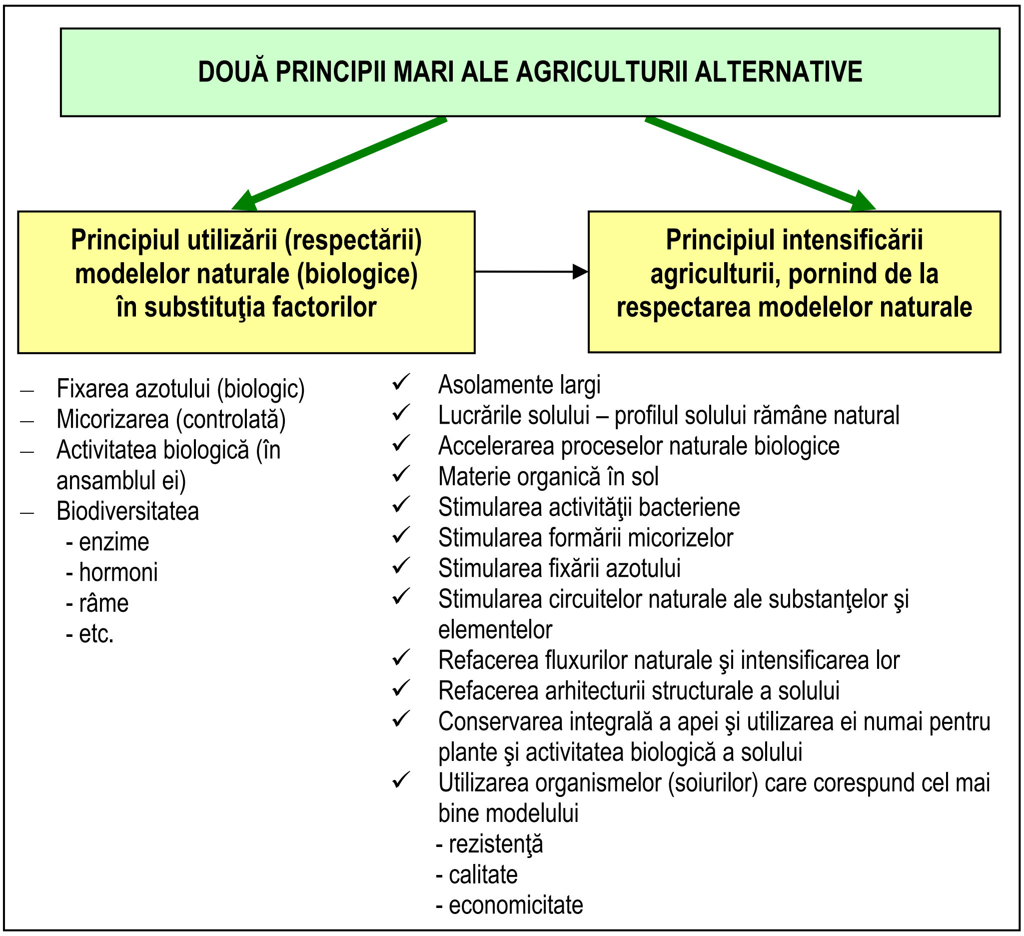


Figura 23. **Două principii mari ale agriculturii alternative** (original)

Criza alimentară a omenirii este în plină dezvoltare în momentul scrierii acestor rânduri. Intensificarea producţiei şi producerea de alimente pe seama unor procedee conservative şi inputuri poluante, periculoase nu mai este posibilă decât în limite absolut reduse, stabilite deja prin politicile agrare comunitare. Două mari principii stau azi la baza dezvoltării agriculturii alternative a viitorului şi ele sunt prezentate în figura 23.

Primul principiu se referă strict la desenarea modelelor naturale - biologice care pot, prin implementarea lor, să conducă la înlocuirea unor inputuri de sinteză de mare risc pentru mediu şi pentru siguranţa alimentară a consumatorului, pentru siguranţa şi durabilitatea ecosistemelor naturale şi agricole.

Al doilea principiu este acela al implementării primului, pentru obţinerea intensificării agriculturii pe baze naturale, sau cât mai prietenoase mediului. În acest sens, creşterea biodiversităţii prin folosirea unor asolamente cât mai largi, lucrări ale solului care să respecte solul ca organism microcosmic viu, fără modificări ale profilului faţă de originea lui iniţială, constituie indicatorii de bază ai implementării.

Scopul tuturor acţiunilor de implementare a modelelor naturale este acela de a ajunge cât mai repede la modelul global de comportare a solului după principiile creării lui. Cum solurile agricole sunt foarte degradate ecologic, reconstrucţia lor este vitală, dar nu este nici rapidă şi nici ieftină. Deja preţul alimentelor a crescut ameţitor fără să se facă prea mult în domeniul reconstrucţiei naturii şi a solurilor.

Se va vedea din textele acestei cărţi că modificările climatice constituie o ameninţare reală pentru existenţa pământenilor. Riscul de a trăi în România a crescut şi el ameţitor. Alte soluţii alternative decât cele pe care le prezentăm în această carte nu sunt, în afară, poate, decât o soluţie care să inverseze dinamica comportamentului demografic al omenirii de astăzi.

1.3.5. Sinteza relaţiilor apă-sol în raport cu condiţiile climatice. Calcule.

În finalul acestui capitol prezentăm câteva calcule care nu pot explica de ce avem atâtea inundaţii şi secete decât prin starea ecologică actuală a solurilor care nu pot acumula şi conserva apa care vine din cer, iar dedesubt succinte propuneri. Detalii în ansamblul materialului.

Cum se poate conserva apa necesară recoltelor

- 2×10^7 ha = România
- $2 \times 10^7 * 5,5 \times 10^2$ m^3 apă căzută anual
- $1,1 . 10^{10}$ m^3 apă = 11 miliarde m^3 apă din precipitaţii

→ Numai 20% este folosită util pentru evapotranspiraţie

→ Avem anual inundaţii şi secete, amândouă catastrofale. DE CE?

→ Un sol cu profil de 2 m ar trebui să înmagazineze cel puţin 10.000 m^3/ha, din care 5000 m^3 în spaţiile disponibile

↓

5000 m^3 percolează 2.500 m^3 în spaţiile conservabile

→ **Codurile galbene şi roşii încep cu 30-60 mm. DE CE?**

- → Pentru că solurile nu mai absorb apă
- → Pentru că vegetaţia nu mai diminuează energia cinetică a ploilor

SOLUŢII

- **DISTRUGEREA HARDPANULUI**
  - Scarificare
  - Mulcire
  - Renunţare la plug
  - Stimularea activităţilor biologice
    - Micorizare
    - Bacterizare
- **MENŢINEREA SOLULUI PERMANENT VERDE**
  - Culturi principale+intermediare
  - Asolamente cu plante furajere
  - Pârloagă verde
- **COMBATEREA BIOTEHNOLOGICĂ A EROZIUNII**
  - Modelul *Hippophae Rhamnoides*

Capitolul 2
MODELE DE ASOLAMENTE ŞI ROTAŢIE A CULTURILOR ÎN ROMÂNIA ÎN VIZIUNEA INTENSIFICĂRII AGRICULTURII MODERNE ALTERNATIVE

Noile modele de asolamente şi rotație a culturilor ce se recomandă în acest început de secol noii agriculturi alternative, în permanentă transformare, este necesar să țină cont de integralitatea acestui sistem. Este vorba, aşa cum s-a mai spus în această lucrare, despre o intensificare a agriculturii absolut necesară hrănirii populaţiei globului, dar pornind de la utilizarea modelelor naturale, reieşite din înseşi modelele de creştere a plantelor în ecosistemele naturale. Noile modele de structuri de asolamente vor ține cont de respectul față de mediu din care s-au desprins aceste culturi, care fac astăzi parte din agroecosistem.

Noua agricultură se adresează lumii vii integrate. Or, pentru zona agricolă, un sistem integrat presupune o abordare globală a utilizării solului pentru a produce bunuri agricole, abordare care urmăreşte reducerea utilizării mai ales a inputurilor de sinteză, poluante în sistem (energie, îngrăşăminte, pesticide etc.) şi înlocuirea lor cu o valorificare optimă a resurselor naturale, utilizând ciclurile naturale de regularizare.

Asolamentul aparţine ciclului, reciclării biodiversității dar şi a calculului necesar de outputuri pentru piaţă. A devenit deja clar că monoculturile sunt foarte dăunătoare, că plantele amelioratoare sunt însoțire de multe restricții în utilizarea lor, restricţii care țin adesea de piață.

Atenție însă: dacă legea substituirii tehnologiilor agricole într-un proces tehnologic convențional s-a dovedit nelucrativă pe termen lung, cerințele produselor pe piață pot suferi modificări prin intervenția autorităților. În felul acesta s-au putut scoate din alimentația animalelor făinurile proteice de origine animală, acestea fiind înlocuite aproape complet, mai ales la nivelul Europei, cu proteine de natură vegetală, a căror sursă principală o constituie leguminoasele amelioratoare. Ideea aceasta valoroasă a făcut loc leguminoaselor indiferent de specie în asolamentele Europei şi ale lumii,

aducând cu ele şi reducerea importantă a cantităţilor de azot fixat prin sinteza chimică (Haber Bosch).

De la asolamente se cer azi patru principii esenţiale care să se circumscrie ideii de transformare a agriculturii, sau altfel denumită agricultură alternativă, şi anume:

1) Diversitate cât mai mare de culturi compatibile zonei solului şi climei la nivelul unei exploataţii agricole sau al unui grup de exploataţii. Dacă asolamentul este circumscris ideii de integrare atunci ne gândim la exploataţii cu suprafeţe forestiere, cu grădini de legume dar şi cu crescătorii de animale.

2) Într-un asolament, solul va fi în permanenţă ocupat, acoperit cu un covor verde. Ideea aceasta presupune o rotaţie a culturilor în care culturile intercalate, fără recoltare, folosite ca mulci bioactiv să-şi găsească locul (continuitatea ciclului solului).

3) O astfel de dimensionare a parcelelor, de alegere a culturilor şi de aşezare a lor mai ales pe terenurile în pantă în scopul evitării pierderii apei prin scurgere, a pierderii de sol şi de fertilitate prin eroziune, o bună penetrare şi repartizare a apei şi microorganismelor pe profil, o conservare a diversităţii şi a securităţii fitosanitare, stau la baza regândirii sistemului.

4) Asolamentele vor accepta un sistem revoluţionar de lucrări ale solului, fără deplasarea solului pe orizontală (fără arătură), care să respecte mecanica naturală a solului, arhitectura fizică şi biologică a acestuia, să conserve apa şi să se folosească cât mai puţin irigaţia. Reziduurile vegetale vor fi lăsate solului pentru a-l proteja şi a intra în circuitul biologic al acestuia. Tehnicile culturale vor fi reduse la un minimum absolut necesar (simplificate). Deranjul mediului va fi minim.

Aceste patru principii cu caracter de lege vor conduce la elaborarea unor scheme de asolament după logistica de mai jos. În capitolul 1 am prezentat deja un tabel în care sunt expuse solicitările unei agriculturi în transformarea spre modelele naturale, faţă de asolamente şi efectele lor. În fond, pe o planetă la rândul ei în schimbare, în care se împuţinează pădurile, oxigenul, solul şi apa, în care creşte conţinutul de carbon la limită al aerului, iar ciclurile biologice şi ale materiilor sunt puternic deteriorate, puternic deranjate, supuse unui înalt grad de entropie, rolul agroecosistemelor creşte exponenţial, ele fiind cele destinate să producă biomasa hrănirii unei populaţii în creştere tot exponenţială. Un asemenea ecosistem va prelua obligatoriu numeroase funcţii ale altor ecosisteme (pădurea pe cale de dispariţie) contribuind direct şi la reconstrucţia compoziţiei atmosferei, la reglarea climei, respectiv a fenomenelor meteorologice, la conservarea solurilor şi apei. Din aceste motive, funcţiile asolamentelor se modifică şi determină compoziţia agroecosistemului. Funcţiile noului agroecosistem sunt prezentate în figura 24.

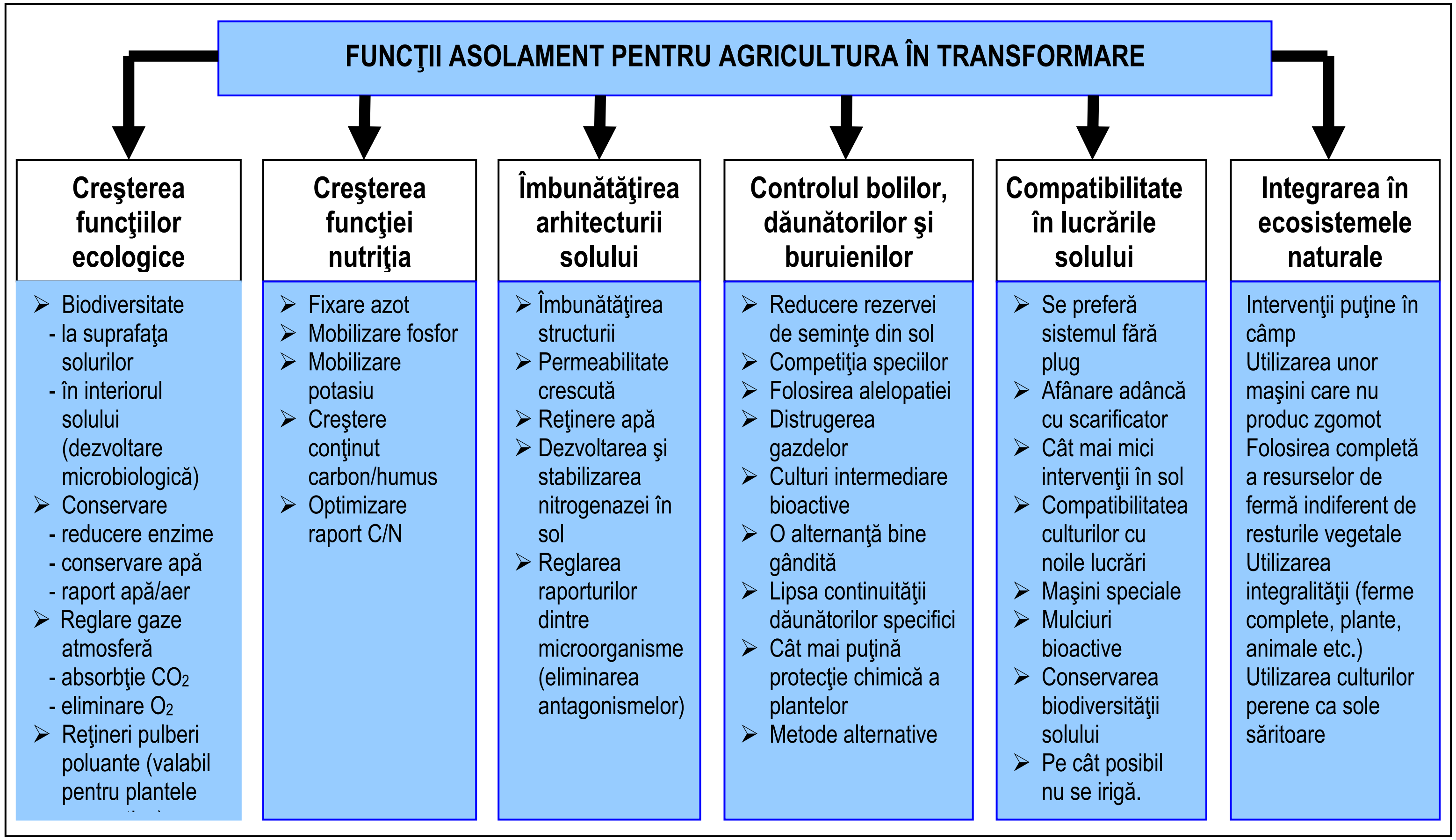


Figura 24. **Funcţiile noului agroecosistem destinat transformării agriculturii** (original)

2.1. CRITERII DE ALEGERE A CULTURILOR ÎNTR-UN ASOLAMENT

Pentru fiecare stare de climă şi sol este necesară proiectarea unui asolament.

2.1.1. Asolamentul şi alegerea culturilor în agricultura primitivă

Prin definiţie, asolamentul reprezintă o alternare a culturilor pe aceeaşi suprafaţă de teren. Cu cât o cultură revine mai târziu pe aceeaşi suprafaţă, cu atât este mai bine. Concepţia în sine nu este întotdeauna reală, mai ales că atunci când avem de-a face cu plante multianuale, printre care enumerăm lucerna, trifoiul şi arbuşti fructiferi etc., fenomenul în sine nu este rezolvabil. Pe de altă parte, definirea asolamentului se complică pe măsură ce noi culturi insuficient studiate şi noi hibrizi de plante se adaugă sortimentului deja cunoscut (e vorba de Miscantus, plopi şi pini repede crescători, noi plante medicinale etc.).

Fără a neglija vechile definiţii (vezi I. Staicu, 1969) suntem obligaţi astăzi să aducem precizări noţiunii, şi anume:

Asolamentul reprezintă acea rotaţie în timp şi în spaţiu a culturilor gândită în aşa fel încât să aducă un plus de consistenţă valorică atât solului cât şi arealelor, fără a afecta în vreun fel calitatea şi vandabilitatea produselor obţinute. Această definiţie poate fi, de asemenea, îmbunătăţită.

Elementele de noutate pe care le aducem aici şi acum sunt următoarele:

a) Numărul plantelor, şi mai ales al hibrizilor şi soiurilor este mai mare, apropiindu-ne cât mai mult de „bunele practici agricole" şi apoi depăşindu-le.

b) În asolament vor intra, cu siguranţă, plante amelioratoare de tipul leguminoaselor anuale şi perene, care vor aduce în sistem:

- cantitate mai mare de proteină de natură vegetală destinată a înlocui proteina de origine animală în însăşi hrana animalelor;
- cantitate mare de azot biologic fixat, variabil de la o cultură la alta, şi care poate fi măsurat. Acesta poate fi între 150 şi 500 kg/ha pe durata unui asolament de 4-5 ani. Azotul biologic fixat reduce semnificativ costurile în fermă. Dacă considerăm o fermă de 1000 ha cu 20% participare a mazării în asolament, conform studiilor noastre (Berca M., 2008) putem primi 130 kg N/ha × 3 euro/kg = 390 euro/ha. 390 euro/ha x 200 ha mazăre cultivată = 78.000 Euro/an. Aceşti bani invizibili în conturile societăţii pot presa eficient asupra costurilor (Berca M., 2008).

– utilizarea leguminoaselor în asolament poate aduce îmbunătățiri semnificative biodiversității microbiologice a solului, mai ales dacă se utilizează plante perene.

c) În asolament se are grijă a se face alternanță bine calculată între speciile cu înrădăcinare superficială şi adâncă, pentru ca solurile să fie permanent active biologic pe o adâncime cât mai mare (Modelul ecosistemului forestier).

d) Folosirea hibrizilor şi a soiurilor (porumb, rapiță, floarea-soarelui, cereale) cu înrădăcinare profundă sunt preferabile soiurilor cu înrădăcinare superficială. Vom reveni asupra acestui aspect.

Din cele expuse până aici rezultă următoarele pretenții față de un asolament solicitat de agricultura alternativă (figura 25).

2.1.2. De ce trebuie renunțat la monocultură ?

Multă vreme s-a considerat că prin descoperirile aduse de legile nutriției plantelor, consolidate definitiv de Justus von Liebling între 1840 şi 1842 în lucrarea „Die organische Chemie und ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie" sunt destinate eliminării unor verigi tehnologice în agricultură şi concentrarea pe nutriția plantelor şi în special pe cea cu azot.

Deşi Liebling nu a afirmat niciodată necesitatea dezvoltării unei industrii poluante cu îngrăşăminte, în fond, efectul teoriei sale la aceasta a condus: dezvoltarea industriei de sinteză a îngrăşămintelor şi renunțarea treptată dar permanentă la celelalte legi ale ecologiei şi fitotehniei, cum ar fi aceea a egalei importanțe a factorilor de vegetație pusă la punct chiar de compatriotul nostru Ion Ionescu de la Brad (Berca M., 2008). S-a interpretat deci greşit teoria lui Liebling, s-a renunțat la beneficiile asolamentului, ale rotației culturilor, considerându-se, fireşte eronat, că substituirea elementelor nutritive din sol, chiar şi în condiții de monocultură prelungită poate fi făcută prin aprovizionarea acestuia cu elemente de sinteză, iar presiunea patologică a bolilor şi insectelor poate fi controlată cu ajutorul pesticidelor, şi ele într-o continuă expansiune mai ales în a doua jumătate a secolului al XX-lea.

Practica şi cercetarea au demonstrat că, deşi ambele genuri de inputuri au adus un progres real, de necontestat în tehnologiile agricole, folosirea lor abuzivă a fost o mare eroare căci monocultura, prin efectul său de înrădăcinare uniformă şi densă, provoacă asupra microflorei solului o conversie intensă şi specifică. Masa de substanțe nutritive şi de vitamine produsă sub formă de exudați ai rădăcinilor (sucuri celulare radiculare etc.) de către plantele cultivate are asupra grupelor nutritive din sol un efect de: a) activare, b) inhibiție sau c) letargie.

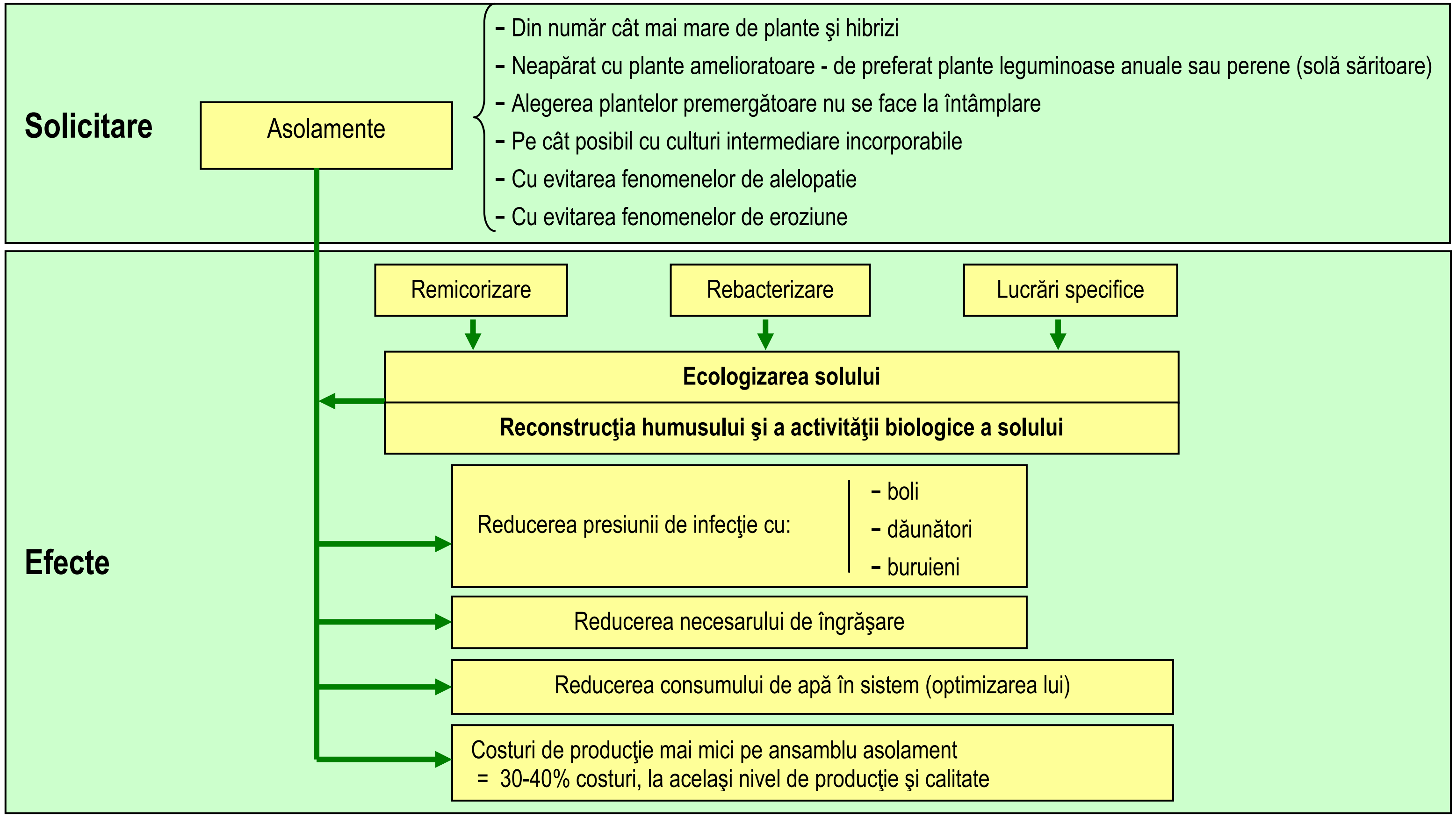


Figura 25. **Solicitările sistemului de agricultură alternativă faţă de asolamente şi efectele ce se pot obţine** (original)

În cazul monoculturilor, activitatea dominantă a exudaților radiculari este una de inhibare a grupurilor nutritive alcătuite îndeosebi din microorganisme specifice (bacterii fixatoare de azot în mod asociativ sau liber, micorize şi bacterii mobilizatoare ale fosforului şi potasiului, sau chiar unele cu efect dezinfectant).

Foarte multe boli ale plantelor de cereale, şi nu numai, printre care şi *Gaeumannomyces graminis* (sau *Ophiobolus graminis*) boală a rădăcinilor şi bazei tulpinilor (vezi şi figura 26) este şi sunt boli ale monoculturii. Acest parazit, conform cercetărilor lui Zogg (1969), poate fi eliminat din sol de către anumite bacterii ce apar numai prin apariția unei noi plante în asolament şi întreruperea monoculturii.

Figura 26. **Manifestarea bolii *Ophiobolus graminis* în monocultura de grâu** (Zogg, 1969)

Una dintre plantele premergătoare care poate schimba microflora solului în favoarea distrugerii parazitului mai sus prezentat este rapița. Acesta este şi motivul pentru care rapița constituie o excelentă plantă premergătoare pentru grâu. Un spectru larg al microorganismelor din sol, absent în prezența monoculturii, reglează numeroase relații dintre paraziți şi plante în favoarea plantelor, fiecare plantă dispunând, în viziunea lui Zogg, de un univers propriu de microorganisme protectoare, care dispare sau se diminuează semnificativ în sol în prezența monoculturii.

Există şi alte numeroase probleme create de monocultura solurilor, şi anume:

- tendința de a refuza micoriza din cauza aceloraşi toxine eliminate de rădăcini;
- explorarea solului numai pe un segment al său şi neutilizarea completă a întregii capacități a solului pentru apă şi elemente nutritive;
- conservarea paraziților specifici care se înmulțesc.

Dezavantajele monoculturii pot fi împărțite în trei categorii, şi anume:

a) De natură economică:

- Favorizează crizele de structură prin reducerea producției, a calității şi a creşterii prețurilor.
- În funcție de cultură, este favorizată eroziunea, pierderea humusului şi a fertilității solului.

b) De natură ecologică şi de degradare a solului.

- Pe termen lung, monocultura distruge biozonele naturale ale edafonului şi prin aceasta întregul ecosistem al solului.
- Se accentuează mineralizarea şi pierderea humusului şi se solicită cantități cât mai mari de îngrăşăminte minerale – poluante. Se elimină foarte mult CO_2 în aer.
- Distrugerea sau diminuarea drastică a activității biologice a solului.
- Favorizează un tip de sol specific lipsit de biodiversitate.

Dezavantaje biologice:

- Distrugerea ecosistemelor şi a posibilităților de reconstrucție.
- Favorizarea expansiunii paraziților, bolilor şi dăunătorilor specifici (insecte, şoareci de câmp, boli cu transmisie prin resturi sau soluri etc.).
- Necesită o cantitate mare de pesticide care poluează solul şi mediul în ansamblul lui.
- Se distrug micorizele şi sistemele de fixare biologică asociativă a azotului cu mari pierderi, inclusiv în plan financiar, dar mai ales ecologic.
- Monoculturile formează toxine aduse în zona de degradare biologică a aceloraşi resturi organice.
- Plantele devin sensibile la stresuri, inclusiv boli şi dăunători.
- Apare efectul de respingere a culturii de către sol.

Numărul factorilor care creează dezavantajele mai sus amintite este enorm, aşa cum se întâmplă întotdeauna în ecosistem, şi cei mai mulți necontrolabili. Cercetările îndelungate, uneori pe zeci de ani, efectuate în diferite stațiuni de cercetare din lume, nu pot să facă altceva decât să constate fenomenul de depresie a vigorii plantelor, a forței fertilizante a pământului şi în

final a recoltelor. Cele mai relevante experiențe în acest sens au fost efectuate la stațiunea de cercetări regale din Marea Britanie, cunoscută sub denumirea Rothamstedt Research, înființată acum 160 de ani.

Date recente şi pe termen lung arată că monocultura nu poate fi înlocuită decât de asolament, de un asolament cât mai biodiversificat, în care să intre un număr cât mai mare de plante, şi care să semene cât mai mult cu ecosistemul natural pe care devine necesar să-l substituie, pe măsură ce acesta dintâi tinde să dispară.

În fapt, cel care refuză monocultura este solul. Solul, ca organism viu impune organismele biologice pe care le hrăneşte. Numărul imens de factori care determină funcționarea sănătoasă a solului (durabilitatea fertilității) este alcătuit într-un „sistem cibernetic" optimizat de marea natură, cu o toleranță mare față de factorii de intervenție antropică, dacă aceştia nu depăşesc limitele acestei toleranțe. Nu trebuie uitat că solul, în virginitatea sa, a fost creat de o biodiversitate de specii de plante şi microorganisme, şi nicidecum de o monocultură. Antropizarea culturilor şi instituirea monoculturilor nu aveau cum să nu afecteze grav sănătatea şi productivitatea solului. După ce prin substituirea a numeroşi factori naturali cu cei antropici s-a realizat o „revoluție verde", mult lăudată la vremea respectivă, acum constatăm că avem nevoie pe fond de o „reînverzire a revoluției verzi".

2.2. SCURTE APRECIERI ASUPRA CALITĂŢII UNEI PLANTE PREMERGĂTOARE

Dacă apreciem asolamentul ca un „model agricol" în care fiecare cultură are dreptul la o suprafață şi o rotație, înseamnă că acea cultură are dreptul şi la o plantă premergătoare şi nu la oricare, ci prioritar la aceea care i se potriveşte cel mai bine. De regulă, în evaluarea unei bune plante premergătoare se iau în considerare câțiva parametri standard, cum ar fi:

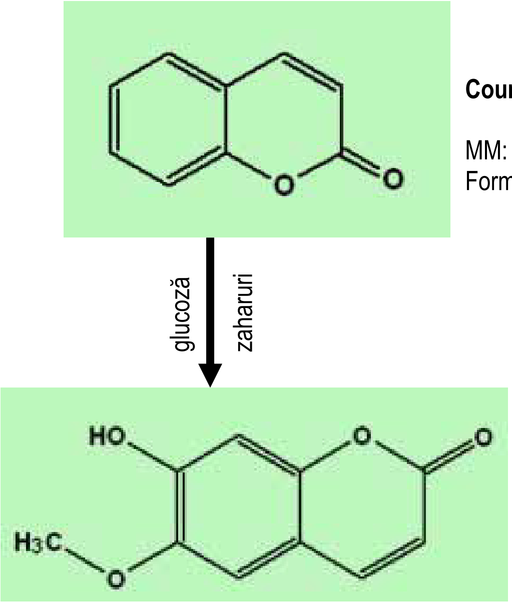
− **Timpul dintre momentul recoltării premergătoarei şi al semănării postmergătoarei**. Acest interval de timp este necesar pentru că lucrările de bază şi de pregătire a patului germiantiv să poată fi efectuate la parametrii necesari solicitați de bunele practici agricole. Mărimea intervalului de timp accesibil unor lucrări optime depinde de condițiile climatice, dar şi de natura sistemului acceptat. Agricultura alternativă, aşa cum se va vedea, solicită lucrări ale solului în care acesta, ca arhitectură şi comportament, să se apropie cât mai mult de modelele naturale.

− **Însuşirile plantei premergătoare în raport cu solul şi restul factorilor de mediu**. Logica şi practica au demonstrat că restricțiile impuse de

lipsa unor factori de vegetație (vezi în primul rând apa în România, dar şi în restul Europei), factori de vegetaţie uşor modificabili, din cauza variației necontrolate a climei, conduc uneori la prelungirea timpului necesar unor plante premergătoare potrivite, până la limita reapariției în sistem a factorului implicat şi ridicarea restricției.

− **Relațiile dintre plantele premergătoare şi sol**. Există plante premergătoare care pot lăsa în sol unele toxine ce limitează folosirea unei postmergătoare potrivită din punct de vedere al primilor doi parametri. Rapița, de exemplu, este o plantă premergătoare mai slabă pentru mazăre decât floarea-soarelui, deşi aceasta din urmă beneficiază de o resursă de „TIMP" mai puțin favorabilă. Relațiile dintre plante şi sol împiedică în multe cazuri definitiv practicarea monoculturii.

Exemplul clasic, trifoiul, nu poate urma niciodată după trifoi datorită faptului că acesta elimină în sol constituenții nutritivi care permit înmulțirea exagerată (în afara normalității prezenței speciilor în sol ca ecosistem viu) a unor ciuperci precum *Pleospora herbarum, Asterocystis sp, Fusarium sp. etc.* La rândul lor, acestea elimină în sol unele substanțe toxice, cum ar fi scopoletina, un glucozid foarte toxic pentru tinerele rădăcini ale trifoiului care ar urma după el însuşi (Staicu, 1969). Scopolotin mai este cunoscut şi sub denumirea de cumarină, o lactonă a derivaților acizilor cis-2hidroxicinamic. Corect spus, scopoletina aparține grupului cumarinelor cunoscute în general pentru efectele lor de tip erbicid, mai ales pe perioada germinației (Wikipedia, Phytochemicals, 2009).



Coumarin

MM: 146.14
Formula: $C_9H_6O_2$

Scopoletin

MM: 192.17
Formula: $C_{10}H_8O_4$

Scopoletina mai are un efect inhibitor şi asupra unor bacterii utile solului cum ar fi *Klebsiella pneumoniae, Pseudomonas aeruginoza* şi chiar *Streptomices sp.* şi *Rhizobium sp.* Din aceste motive, pe cât de util este el în unele tratamente antibacteriene la om şi animale, pe atât de nepotrivită este activitatea lor în sol, blocând atât activitatea azotului, mobilizarea fosforului şi a potasiului, cât şi formarea nodozităților. Cumarinele se găsesc şi în rădăcinile altor plante, cum ar fi *Anthoxanthum odoratum* (familia *Poaceae*) sau în *Melilothus officinalis* – o altă leguminoasă care, din aceleaşi motive, nici ea nu suportă monocultura. Scopoletina formată în ciupercile mai sus amintite apare tot ca o reacție între cumarină şi formele simple de zaharuri puse la dispoziție de chiar ciupercile în cauză.

Un alt exemplu din aceeaşi categorie este inul. Cultivarea în monocultură a inului conduce la selecția şi acumularea în sol a speciilor de ciuperci din genul *Macroporium* şi *Colletrotrichum*. Paralel apare în sol o cantitate ridicată de alanină, acid aspartic şi acid glutamic, care conduc la inhibarea altor grupe de microorganisme (mai ales bacterii; se ştie că bacteriile rizosferice sunt inhibate de acizi în general, iar de cei nominalizați în special). Din aceste motive, în al doilea an de monocultură pe soluri nisipoase cu activitate macrobiotică redusă, producția de in a fost redusă până la 44% pe acelaşi fond agrofitotehnic ca varianta din rotație (Staicu, 1966).

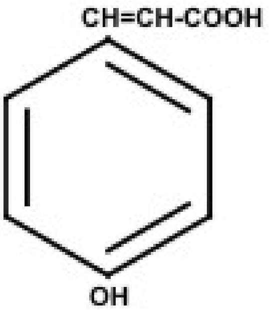
Există unele varietăți de in care elimină prin rădăcini acid prusic (HCN). HCN poate apăra plantele de atacul unor ciuperci parazite (patogeni) (Staicu, 1996, Roussel C.W.E., 1961). Acelaşi acid prusic poate apărea în sol în anumite condiții enzimatice şi prin formula:

$$2CH_4 + 2NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2HCN + 6H_2O$$

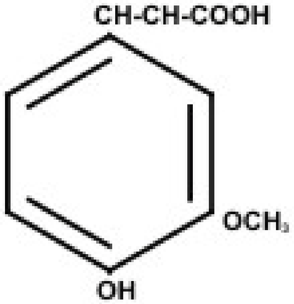
Această reacție, care în condiții de laborator necesită condiții mari de temperatură (până la 1200^{o} C) se pare că prin biocatalizare se poate derula la temperaturi normale. Evitarea monoculturii de in rezolvă de la sine problema.

Monocultura de cereale, la rândul ei pune probleme serioase relațiilor dintre plante şi sol. Prin descompunerea paielor după o monocultură prelungită pot să apară, de asemenea, unele substanțe toxice între care enumerăm pe următoarele:

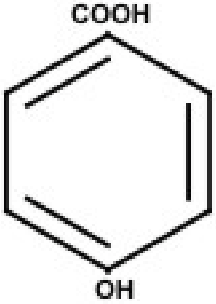
acidul p-cumarinic



acidul 4 hidroxi
3 metoxicianomic (acidul
fenilic)



acidul p-hidroxi-benzoic



(Borner H., 1955 şi 1956)

Toxicitatea acestor acizi este una directă prin inhibarea creşterii celulelor radiculare, îndeosebi la nivelul perişorilor radiculari, dar şi una indirectă prin blocarea pătrunderii unor bacterii asociative în zona periradiculară, blocarea fixării azotului şi a nutriției plantelor în faza de început.

Toxicitatea este de scurtă durată, acizii mai sus prezentați fiind spălați sau degradați biologic. Ei lasă însă urme în dezvoltarea culturii. Dacă în procesul de degradare a paielor se adaugă tulpini sau rădăcini de rapiță, descompunerea se face mult mai repede, iar produsele inhibitoare de tip alelopatic nu mai apar. De aceea, rapița este o excelentă premergătoare pentru grâu (Staicu, 1965).

2.3. PROBLEME LEGATE DE PROTECŢIA CULTURILOR ÎN MONOCULTURĂ

Mai ales în anii secetoşi, dar nu numai, şi în special datorită condițiilor climatice într-o dinamică din ce în ce mai păgubitore, monocultura de grâu demonstrează în mod alarmant dinamica pagubelor aduse grâului după grâu.

În anii 2007-2009 (ultimii foarte secetoşi) în monocultura de grâu a fost prezentă toată gama de dăunători posibilă, şi anume (vezi tabelul 1).

Tabelul 1

Monitorizarea bolilor şi dăunătorilor şi a producției de grâu în trei locații din sudul țării (2007-2009)

(*Cercetări originale*)

Locali-tatea	B/D	Nr. dăunători şi boli întâlnite – Monocultura – Număr specii	Nr. dăunători şi boli întâlnite – Monocultura – Grad mediu atac	Nr. dăunători şi boli întâlnite – Asolament 3 ani – Număr specii	Nr. dăunători şi boli întâlnite – Asolament 3 ani – Grad mediu atac	Nivelul producţiei q/ha – Monocul-tură	Nivelul producţiei q/ha – Asola-ment	%
Modelu Călăraşi	B	7	6	4	2	33,2	45,1	+ 36
	D	9	15/incl.m^2	6	4			
Brânceni Teleorman	B	6	4	4	2,5	35,1	43,4	+ 24
	D	5	10/ m^2	4	4			
Amara Ialomiţa	B	6	5	5	3	34,2	44,2	+ 29
	D	10	11/ m^2	7	5			
Media	B	6,3	5,0	4,3	2,8	34,1	44,2	+ 29,6
	D	8,0	12,0	5,6	4,6			

Asolament folosit: floarea-soarelui – grâu – rapiță.

Evaluările s-au făcut în anul trei de monocultură la grâu.

Dacă în asolament au fost prezenți ca dăunători *Eurygaster maura* (ploşnița cerealelor), afide, unele muşte şi viespi, în asolament au fost prezente toate viespile şi muştele cunoscute, tripsii, afidele şi un atac mult mai mare de ploşniță. Atât numărul speciilor cât şi al dăunătorilor a fost semnificativ redus prin practicarea unui asolament simplu; observațiile noastre au confirmat ceea ce Staicu afirma încă din 1969.

În monocultura de grâu se înmulțesc peste măsură unele insecte ca: gândacul ghebos (*Zabrus tenebrioides*), larvele muştei Hessa (*Mayetiola destructor*), viermii sârmă (*Agriotes lineatus*) etc. Datorită în mare parte şi

condițiilor de climă schimbate şi a migrării unor dăunători în câmpurile de grâu din monocultură au fost prezenți şi alți dăunători precum: *Contarinia tritici*, *Delia coarctata*, *Phorbia securis*, *Anguina tritici*, *Anisoplia sp.*, *Macrosiphum avenae* şi alții.

Numărul şi gradul de atac al diferitelor boli a fost şi el cu mult mai mare. Atacul fusariozei care induce şi periculoasele micotoxine a fost dublu şi chiar triplu în monocultură față de asolamentul simplu. Cu toate acestea, unele studii efectuate în Franța şi Germania arată că nici rapița ca premergătoare nu reduce semnificativ atacul de fusarioză şi că prezența micotoxinelor este favorizată de paie şi rapiță (Obernauf U. şi Gliser. J.H., 2005).

Revenind în spațiul românesc, menționăm pe aceeaşi temă cercetările efectuate de Păunescu G. şi Ionescu F. (1996) timp de 36 ani neîntrerupți pe un sol brun roşcat de pădure cu doar 2% humus de la stațiunea Sâmnic (Oltenia Centrală). Selectând, conchidem următoarele:

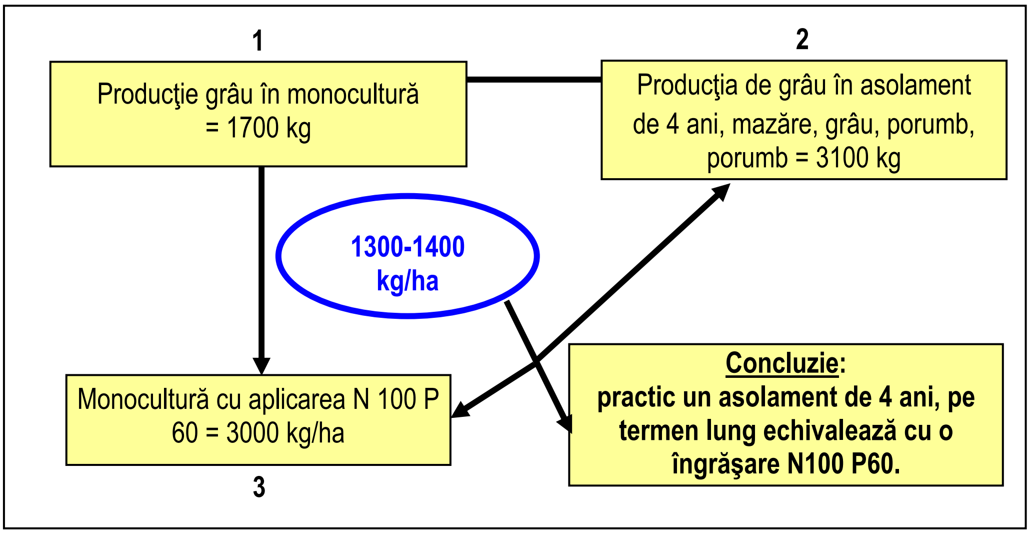


Figura 27. **Efectul de substituire prin îngrăşare al scăderilor de producţie la grâu în asolament de 36 ani** (Prelucrare după Păunescu G. şi Ionescu F.)

Aparent, lucrurile aşa stau numai că pentru obținerea celor 3000 kg/ha grâu în monocultură este necesară combaterea complexului de boli şi dăunători care apar acolo, căci în monocultură frecvența bolilor la o asemenea durată a monoculturii creşte de peste 20 de ori (figura 28) la porumb şi de peste 15 ori la grâu. Substituirea asolamentului se face deci numai asupra cantității de recoltă, dar nu şi asupra calității ei, care rămâne puternic infectată cu DON (micotoxină).

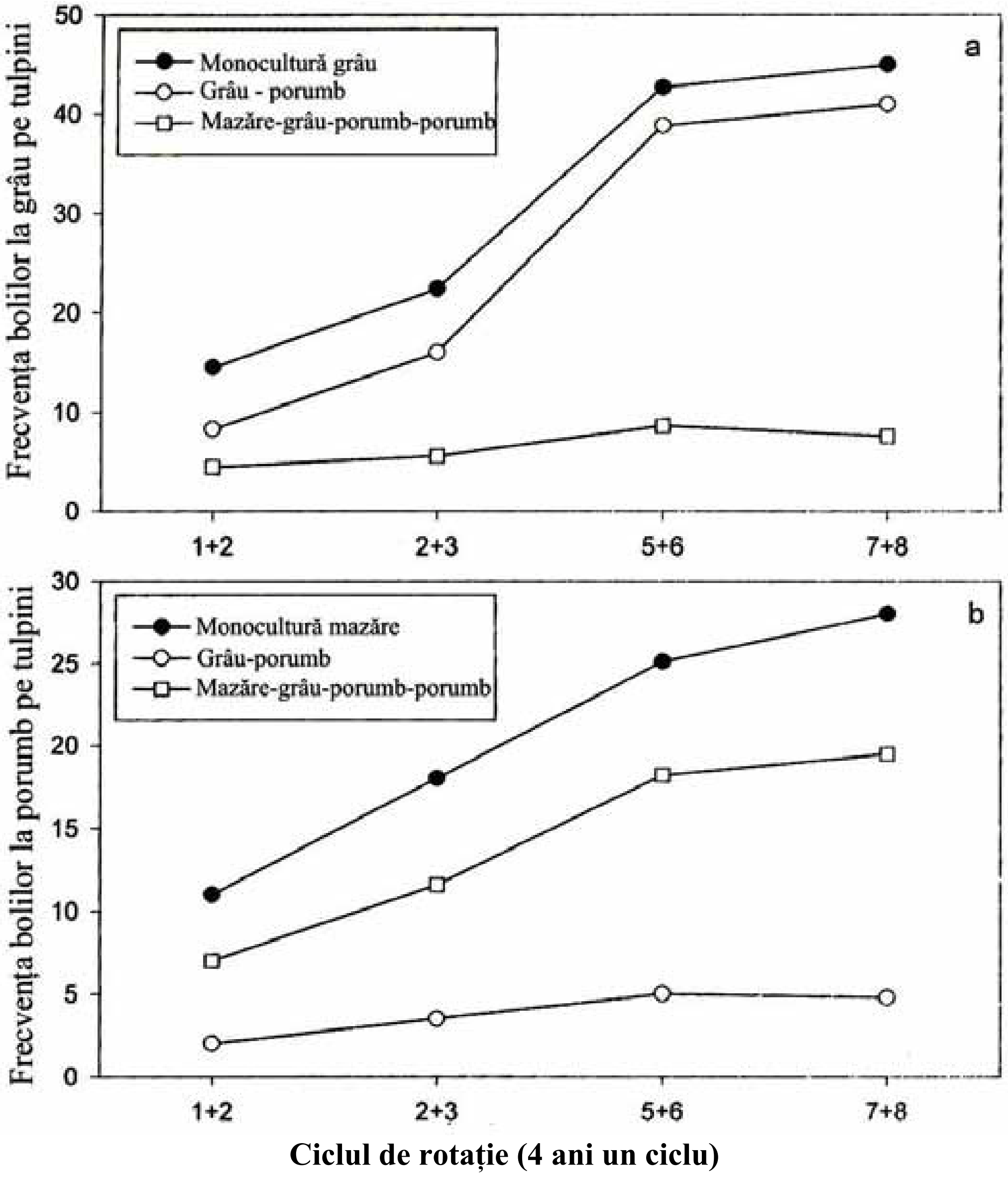


Figura 28. **Evoluţia frecvenţei atacului de fusarioză pe tulpini şi tecile frunzelor la grâu şi porumb** (după Păunescu G. şi Ionescu F., 1996)

Efectul de substituire în cazul porumbului este aproape indentic, dar pleacă de la valori martor mai mari, dovadă că porumbul este mai rezistent la monocultură decât grâul (figura 29).

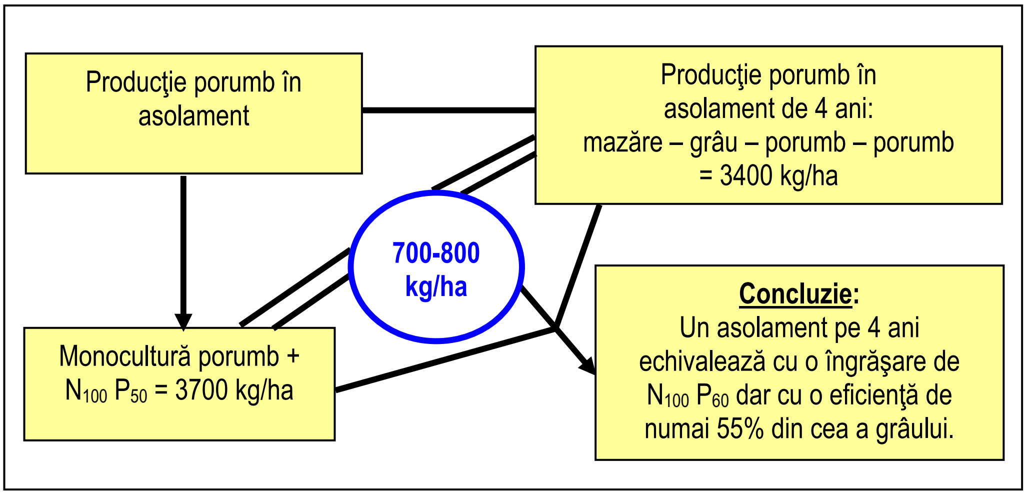
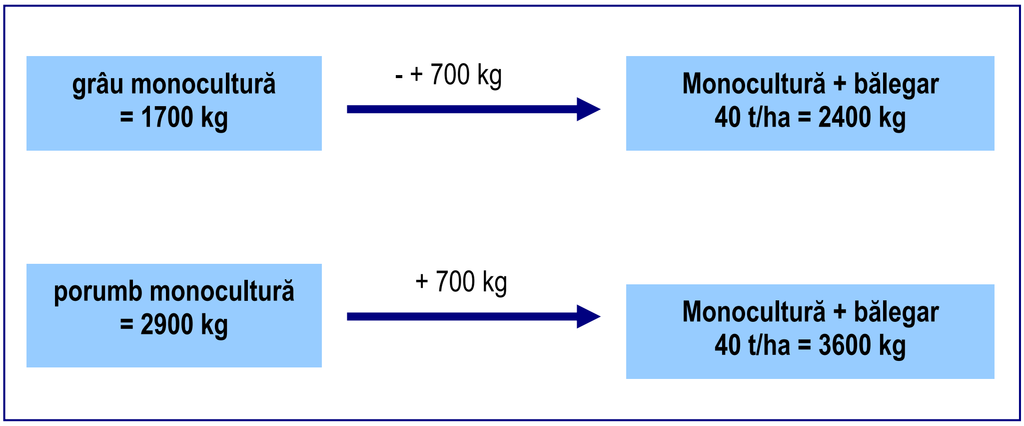


Figura 29. **Efectul de substituire prin îngrăşare al scăderilor de producţie la porumb în asolament de 36 ani** (Prelucrare după Păunescu G. şi Ionescu F., 1996)

Pe lângă bolile care influențează negativ cultura, schimbarea structurii microorganismelor din sol induce toxine în zona periradiculară şi inhibă, mai ales în fazele timpurii, dezvoltarea plantelor. Din această cauză culturile reacționează foarte energic la aplicarea îngrăşămintelor organice pe bază de bălegar.



Faptul că ambele culturi reacționează identic ca nivel de calitate asupra producției şi mai ales a solului demonstrează că bălegarul, ca şi alte produse cu activitate de reconstrucție biologică, nu trebuie văzute numai ca donatori de elemente nutritive, ci şi ca reactivatori ai stării biologice a solului, afectat uneori grav de monocultură.

Monocultura influențează negativ însă şi starea de îmburuienare a solului. Aceiaşi autori, făcând determinări în peste 30 de ani, stabilesc că singurul asolament care menține stabilă rezerva de buruieni în sol este cel de 4 ani pe bază de mazăre sau ovăz – urmat de grâu şi 2 ani porumb (figura 30).

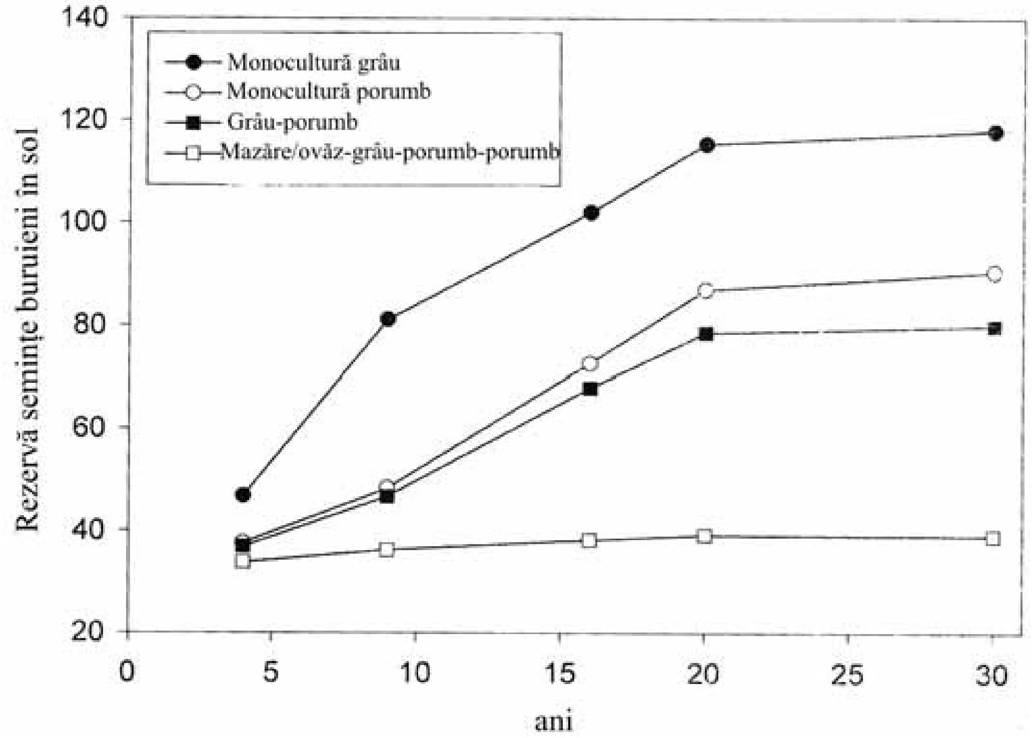


Figura 30. **Efectul monoculturii asupra rezervei de seminţe de buruieni din sol**
(după Păunescu G. şi Ionescu F., 1996)

Monocultura prelungită de grâu măreşte de peste trei ori rezerva de semințe de grâu, solicitând o creştere continuă a presiunii poluante cu pesticide pentru a controla relația plante – buruieni.

În cazul monoculturii de porumb şi a asolamentului simplu porumb – grâu, creşterea rezervei de semințe este de 2-25, ori mai mare decât în cazul asolamentului pe 4 ani.

Rezultate asemănătoare au fost obținute şi de cercetători din zona Moldovei (Ailincăi şi colab., 2007). În zona Moldovei, pe cernoziomuri cambice, bogate în argilă dar şi în humus, la stațiunea Podul Iloaiei au fost amplasate experimente de lungă durată (39 de ani) vizând influența rotațiilor şi a sistemului de îngrăşare, la cultura porumbului obținându-se următoarele rezultate (figura 31):

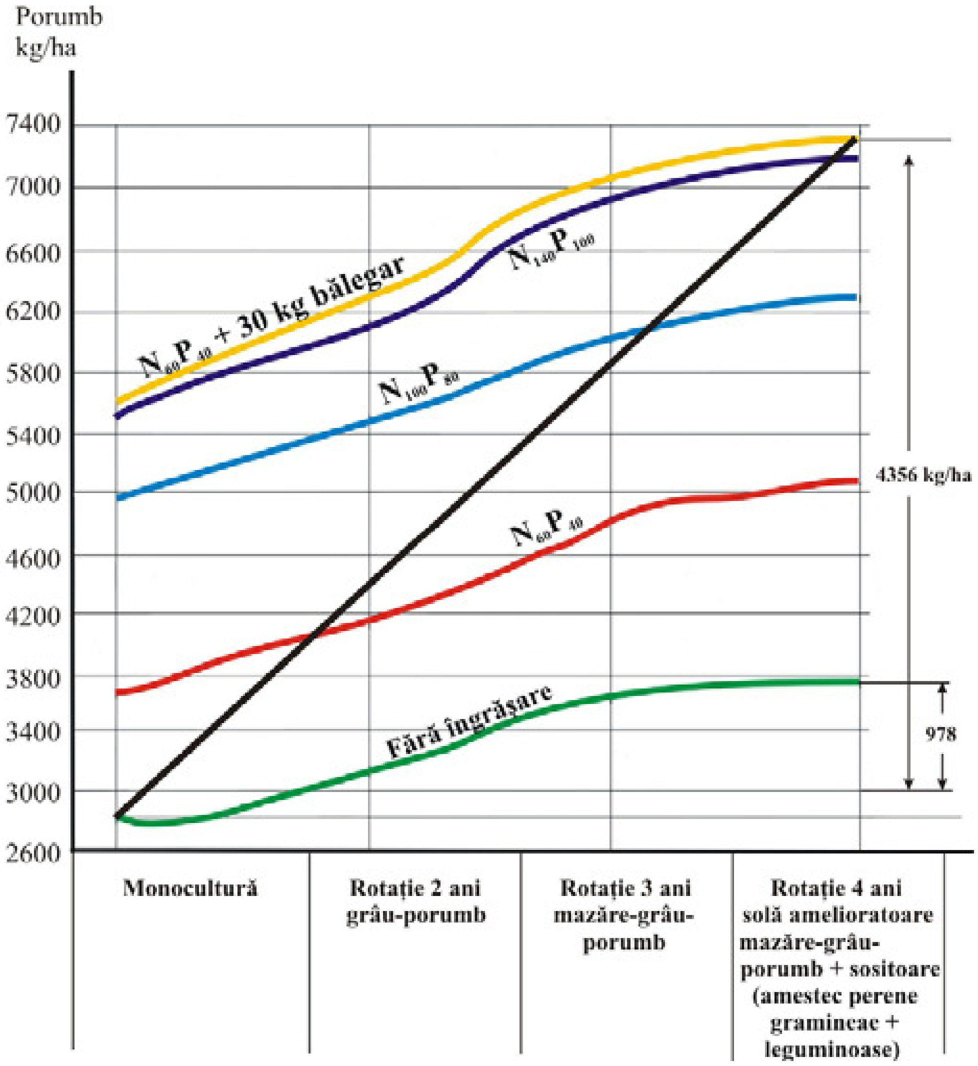


Figura 31. **Efectul monoculturii, asolamentelor şi al sistemului de îngrăşare la cultura porumbului în Moldova, Podul Iloaiei** (Ailincăi şi colab, 2007). Prelucrare personală autor.

Porumbul reacționează moderat la asolamente, chiar dacă ele sunt plante amelioratoare (mazăre sau mazăre şi solă sositoare). Porumbul este altminteri cunoscut ca o plantă care suportă monocultura. Sistemul biologic periradicular este mai puțin influențat negativ decât la grâu.

Porumbul reacționează însă foarte bine la sistemul de îngrăşare minerală, indiferent de rotație.

Gunoiul de grajd nu substituie decât 80 kg N şi 20 kg P_2O_5.

Altminteri, efortul autorilor de a mări cu 4356 kg/ha porumb boabe recolta, faţă de monocultură, se repartizează pe factori astfel:

Spor 4356 kg/ha	→ 978 kg datorită rotaţiei	22%
	→ 3361 kg datorită îngrăşării minerale	77%
	→ 20 kg datorită gunoiului plus substituţia de $N_{80}P_{20}$.	1%

În cercetările din Moldova, îngrăşămintele minerale au substituit în procent de 77% efectul negativ al monoculturii, ceea ce nu s-a întâmplat în alte zone ale ţării şi mai ales la alte culturi. Şi totuşi monocultura în zonă contribuie la degradarea fizică a solului, reducând cu 30% procentul de agregate stabile. Asolamentele cu plante amelioratoare au condus la creşterea conținutului de „C” din sol cu 10% şi a fosforului cu 31%. Efectul rotației complete asupra creşterii conţinutului în humus este mic (+0,15% fizic), dar efectul rotației şi al îngrăşămintelor este mare (+85% fizic).

Efectul monoculturilor în cazul altor plante principale – cum ar fi rapița, floarea-soarelui, cartoful, inul, sfecla de zahăr a fost, de asemenea, studiat, iar rezultatele arată, de fapt, un efect depresiv al monoculturii asupra tuturor producțiilor ce se obțin. Repetăm: efectul depresiv apare datorită lipsei de biodiversitate în comunicarea dintre rădăcinile culturii şi biodiversitatea solului, care la rândul ei are nevoie de biodiversitatea populațiilor de deasupra solului, dar ale căror rădăcini se găsesc întotdeauna în sol.

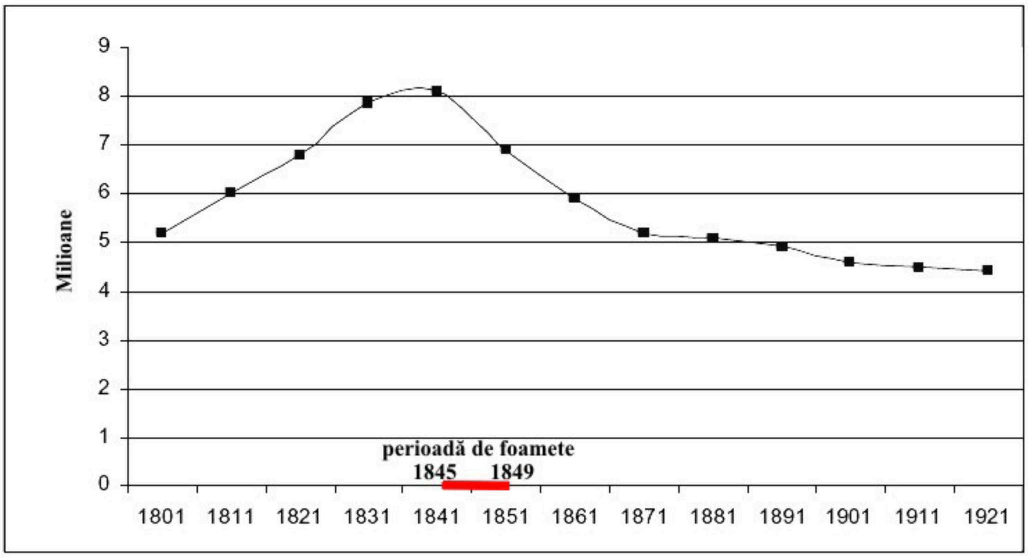


Figura 32. **Efectul patogenului *Phytophtora infestans* asupra reducerii populaţiei Irlandei în perioada 1831-1861** (http://de.wikipedia.org/wiki/Gro%C3%9Fe_Hungersnot_in_Irland)

2.4. DESPRE MONOCULTURĂ LA CARTOF

Motto:
Ce ar mai fi viața fără cartof?
Gerhard Pötzch

Cartoful a ajuns în Europa la mijlocul secolului al XVI-lea prin Spania şi Anglia şi a devenit în scurtă vreme hrana de bază a acestui continent. Proveniența lui este America de Sud. Irlanda a fost una din țările care l-au adoptat rapid ca aliment de bază. Insula şi-a dublat în scurtă vreme populația (4 → 8 milioane locuitori) tocmai datorită faptului că acest cartof oferă o hrana energetică de înaltă calitate. Dezvoltarea unei strategii alimentare pornind de la „planta cartof", o plantă care azi are nu mai puțin de 400 de boli şi dăunători, reprezintă un risc foarte mare, mai ales dacă planta se cultivă în monocultură. Or, la mijlocul secolului al XIX-lea, fără să cunoască pretențiile plantei față de diversitate şi asolament, în Irlanda a avut loc o mare catastrofă provocată de un an rece şi umed pe fondul monoculturii îndelungate. Era, fireşte, vorba de mana (*Phytophtora infestans*) care a distrus complet culturile de cartof.

Figura 33. **Spori de mana cartofului (*Phytophthora infestans*)**

Mana cartofului, foarte favorizată de monocultură, a creat o adevărată catastrofă peste tot, şi anume: în 1845 a distrus recolta de cartof aproape în întregime în America de Nord. Din 1845-1851 a creat o foame generalizată în Irlanda, care s-a finalizat cu peste un milion de morți, iar 3 milioane s-au exilat în America de Sud.

Consecințele s-au extins în plan social şi militar, căci o dată cu mijlocul secolului al XIX-lea s-au înăsprit mişcările naționaliste şi s-a născut celebrul conflict dintre Irlanda şi Anglia.

Asemenea catastrofe umane imense, generate de necunoaşterea tehnologiilor agricole se desfăşoară şi azi sub ochii noştri. Reprimarea biodiversității a creat catastrofe în toate vremurile, şi aşa cum se va vedea, riscă să afecteze grav planeta într-un viitor nu prea îndepărtat.

Fenomenele de foamete generate de atitudinea umană în fața biomasei vegetale şi raporturile ei integrate cu producția animală au fost frecvente în istoria omenirii şi au omorât mai mulți oameni decât războaiele sau alte calamități naturale.

În anii 2005-2010 România a suferit deficite importante de alimente generate de lipsa tehnologiilor şi practicarea monoculturii. Pe data de 05.06.2008 preşedintele de atunci al României afirma că politica alimentară a României depinde 70% de importuri. Dacă Europa n-ar fi avut alimente este clar că România ar fi intrat în foamete. Să nu uităm că România a suferit de foamete între 1945 şi 1946, Ucraina între 1932 şi 1933. Africa de Nord, Coreea de Nord, China, India, Africa au fost zone mari care în istoria Terrei au suferit de numeroase ori de foamete cumplită.

Azi, mai mult ca oricând, miliardul şi jumătate de oameni ai pământului care suferă de foame o fac pentru că:

- lipsesc tehnologiile agricole;
- lipseşte apa şi fenomenul se agravează datorită modificărilor în rău ale condițiilor climatice;
- lipsa biodiversității şi monocultura domină sistemele economice agrare;
- lipseşte interesul global pentru normalizare.

Cercetările Institutului de Cercetări de la Braşov, ale numeroaselor stațiuni din țară dar şi din străinătate, au demonstrat că, la această valoroasă cultură, chiar şi în condițiile efectuării unor tratamente eficace împotriva manei, monocultura aduce de fiecare dată pierderi importante de cultură. Între monocultură şi asolamentul de 2 ani nu există diferențe semnificative de comportament la nivelul pierderilor.

Mana (*Phytophtora infestans*) demonstrează o plasticitate ecologică şi o vigoare biologică deosebită, cartoful în medie, în peste 20 de locații şi pe o perioadă de numai 10 ani, fiind distrus în proporție de aproape 90%. Combaterea manei cu pesticide performante reduce atacul cu 45%, rămânând însă pierderi importante de circa 40%. Cu cât asolamentul este mai complex, cu atât incidența reducerii producției este mai mare, rămânând chiar şi la un

asolament de 4 ani cu plante amelioratoare o pierdere de 40%. Producția nu este însă compromisă.

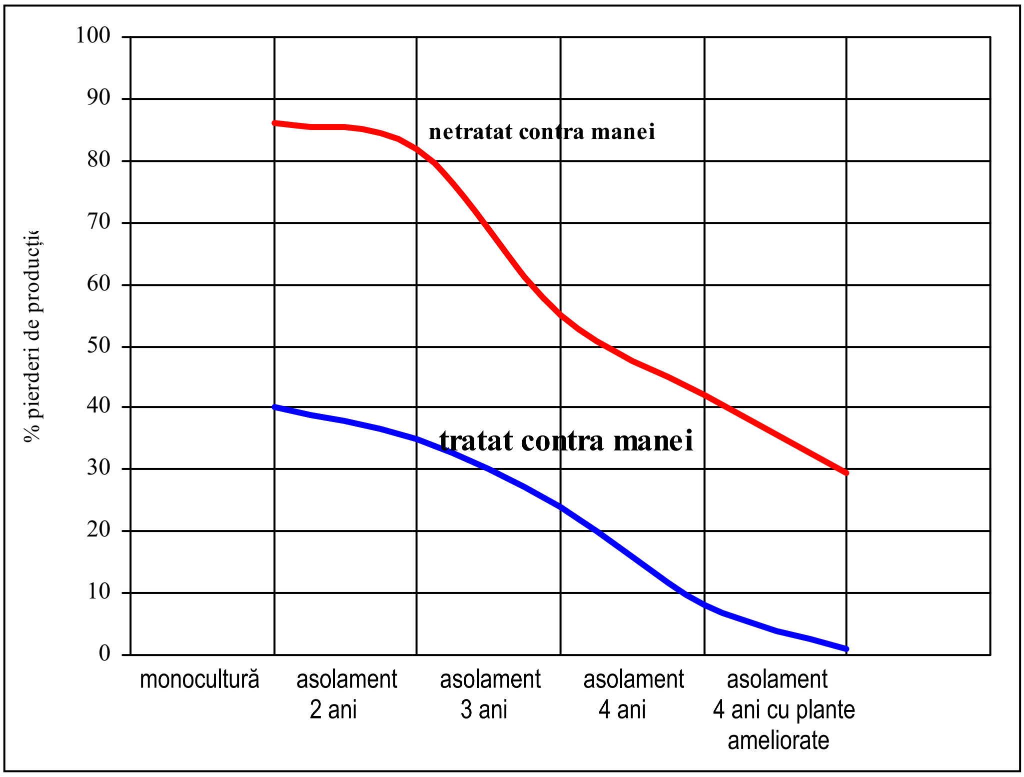


Figura 34. **Pierderile de producţie la cartof în funcţie de asolamente, în condiţii în care s-au efectuat tratamente pentru mană** (sus) **şi nu s-au făcut** (jos)
Date culese din experienţe diverse (10-15 ani), viziune personală.

I.C.P.C.B Braşov consideră că asolamentele de 4 şi 5 ani sunt cele mai potrivite pentru cartof şi este necesar ca ele să fie zonate în funcție de condițiile pedoclimatice. Cele mai potrivite premergătoare pentru cartof rămân cerealele, porumbul, iar în viziunea noastră leguminoasele anuale care reduc semnificativ şi necesarul de azot al acestei valoroase culturi. Trifoiul este însă o plantă negativă ca premergătoare pentru cartof.

Necesitatea asolamentului este cerută de multitudinea de paraziți din sol, care se pot transmite prin rădăcini, tuberculi şi părțile aeriene ale plantei. Enumerăm câțiva: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium sp*, *Phoma sp*, *Streptomyces scabies*. Aceştia sunt distruşi de asolamente mai mari de 3 ani. Tuberculii reprezintă însă calea cea mai viguroasă de transmitere a agenților patogeni (Mitroi D., 1992) pentru noile culturi. Practic nu există agent patogen care să

nu fie prezent în sau pe tuberculi. Înnegrirea bazei tulpinii, putregaiul umed şi mana (*Phytophtora infestans*) supravieţuiesc de la un an la altul numai în tuberculi. Infecţiile secundare se pot face şi din sol şi, de aici, nevoia mare pentru asolament.

Gândacul din Colorado iernează în sol, unde face colonii masive în caz de monocultură, şi numai rotaţia îl poate reduce atât numeric cât şi ca grad de atac. Afidele, nematozi ca chişti (*Globodera sp*), nematodul comun (*Ditylenchus sp*) şi viermii sârmă, toţi şi toate iernează în sol şi sunt favorizate de monocultură, unele dintre ele, precum *Globodera* neavând soluţii de combatere, decât un asolament de lungă durată.

Cartoful este o cultură intensivă, cultivată însă dominant de micii producători. Conceptul de agricultură alternativă se poate aplica greu în această zonă. Noi vom elabora însă un set de reguli şi pentru această gamă de producători.

2.5. MONOCULTURA DE FLOAREA-SOARELUI

În general, dar neştiinţific, în sălile de clasă, floarea-soarelui intră la „plante tehnice" şi, de regulă, în cadrul rotaţiei, îşi găseşte locul printre ele. În concepţia noastră, floarea-soarelui este o plantă uleioasă, cu o personalitate pregnantă asupra solului, ca şi a plantelor care urmează. Câteva adevăruri sunt de acum stabilite:

1. Floarea-soarelui nu se suportă în monocultură, iar proporţia ei în cadrul unui asolament nu trebuie să depăşească 20%. Au existat foarte numeroşi ani în România când valoroasa cultură s-a solicitat pe piaţă, oferind agricultorilor şi un preţ bun. În condiţii în care cultura a atins un milion de hectare cultivate, au apărut, mai ales în zonele cultivabile din sudul ţării, solicitări pentru monocultură sau pentru asolamente scurte de 2-3 ani. Principala restricţie fiind încălcată, s-au declanşat discuţii tehnologice privind utilizarea unor soiuri rezistente la *Orobanche*, iar firmele producătoare de hibrizi s-au întrecut în a oferi asemenea soiuri, creând iluzia că problema poate fi rezolvată.

Calculele statistice, ca şi comportamentul biologic şi ecologic al speciei *Orobanche cumana*, demonstrează că hibrizii consideraţi rezistenţi sunt în realitate numai „temporar toleranţi" şi că dacă monocultura persistă, *Orobanche* îşi poate crea forme de acomodare şi reactivare pe rădăcinile florii-soarelui.

Pierderile aduse de parazit se situează în medie la peste 60-70% în zonele secetoase şi în monocultură şi la 50-40% în aceleaşi zone în asolamente scurte de 2-3 ani.

Figura 35. **Cultură de floarea-soarelui infectată cu *Orobanche cumana***
(sursa: Yakutkin V.I., 2008)

Figura 36. **Modul de parazitare al speciei *Orobanche cumana***
(sursa: www.zarazihi.net)

2. Monocultura de floarea-soarelui dispune şi de alte restricţii generale, de numeroase alte boli şi dăunători, dintre care cităm:

- Putregaiul alb (*Sclerotinia sclerotiorum*);
- Putregaiul cenuşiu (*Botrytis cinerea*);
- Mana florii-soarelui (*Plasmapara helianthi*);
- Pătarea brună şi frângerea tulpinilor (*Phomopsis helianthi*);
- Fomoza sau înnegrirea tulpinilor (*Phoma macdonaldii*);
- Putrezirea rădăcinii şi tulpinii (*Sclerotium bataticola*);
- Rugina (*Puccinia helianthi*);
- Alternarioza florii-soarelui (*Alternaria* ssp.);
- Pătarea (septonoza) frunzelor (*Septoria helianthi*).

Chiar dacă majoritatea acestor boli poate fi combătută cu fungicide, presiunea de infecţie din ce în ce mai crescută în monocultură, combinată cu presiunea unor dăunători, precum *Tanymecus* şi a lupoaiei, fac imposibilă monocultura de floarea-soarelui şi solicită asolamente de 6-7 ani. Altminteri, presiunea poluantă (P.P.) cu produse fito ar fi nedorită şi inutilă.

3. Printre dezavantajele monoculturii de floarea-soarelui mai enumerăm:

a) epuizarea solului cu apă şi elemente nutritive;

b) modificarea microflorii solului în una nefavorabilă culturii;

c) tasarea solului, datorită caracterului de prăşitoare, ce necesită multe treceri.

După o monocultură prelungită de floarea-soarelui devine necesară ecologizarea solului.

Sinteza alcătuită de noi în figura 37 arată că, în condiţii de monocultură prelungită, pierderile de recoltă sunt prezente chiar la hibrizi toleranţi, acestea putând depăşi la monoculturi foarte extinse cifra de 30%, în condiţiile în care bolile au fost tratate cu fungicide convenţionale specifice şi se apropie de 50% atunci când nu se aplică fungicide.

În condiţiile utilizării unor soiuri sau hibrizi netoleranţi pierderile se dublează. Cu cât creşte numărul de plante în asolament cu atât pierderile se reduc, problema acestora fiind rezolvată numai de un asolament complet, care include şi plante amelioratoare. Cercetătorii ruşi care au lucrat mult la acest program sunt însă de părere că în zonele mai umede rezultatele pot fi semnificativ modificate şi că se poate lucra şi cu asolamente mai scurte. Acest lucru a fost confirmat şi de cercetătorii Institutului Tehnic al florii-soarelui din Franţa. Deşi la CETIOM producţia de floarea-soarelui a fost de numai 1500 kg/ha, într-o rotaţie simplă floarea-soarelui – grâu, prima dintre ele este considerată excelentă pentru grâul dur (B.N. Terre – net – 2007).

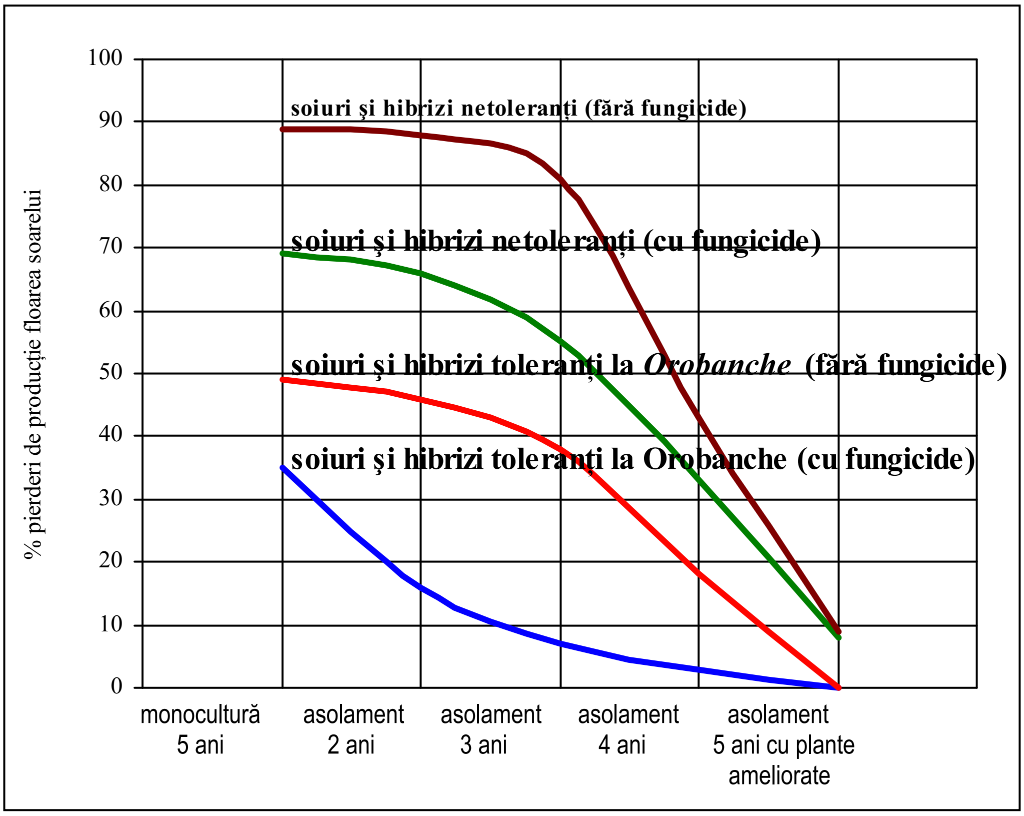


Figura 37. **Reducerea pierderilor de producţie la floarea-soarelui prin folosirea de tratamente, hibrizi toleranţi şi folosirea fungicidelor**
(viziune personală bazată pe datele furnizate îndeosebi de Centrul Rus de control al bolilor şi paraziţilor la floarea-soarelui + observaţii proprii – medii pe circa 10 ani ±10%)

Pentru un sistem de agricultură alternativă, un asolament simplu de 2 ani (grâu-floarea-soarelui), deşi mult mai bun decât monocultura, nu poate fi luat în considerare. Asolamentele de 5 ani cu o plantă amelioratoare creează plantelor acel sindrom „R.S.D” (Rezistență Sistemică Dobândită), un fel de imunosistem care permite o bună dezvoltare a plantelor, dar şi o rezistență sporită față de boli şi dăunători. Aşa cum se va vedea, R.S.D.-ul poate fi obținut şi prin utilizarea unor activatori biodiversificatori ai solului (tip Biovin), despre care se va vorbi într-un capitol următor. Urmează a fi stabilit în ce măsură aceste noi produse vor putea reduce şi durata asolamentului.

2.6. MONOCULTURA LA PORUMB

Pornind de la principiul că pentru nicio plantă monocultura nu este indicată, susținem acest lucru şi în cazul porumbului, cu precizarea că pentru ea însăşi, cultura porumbului este mai tolerantă decât alte culturi, deşi există numeroase restricții care solicită la rândul lor un asolament convenabil şi pentru porumb.

Ce restricții ar putea impune neapărat renunțarea la monocultura de porumb?

1. În primul rând unii dăunători specifici constituie restricții importante. Staicu I. (1969) consideră că *Ostrinia nubilalis* (Sfredelitorul porumbului) şi *Tanymecus dilaticollis* (Rățişoara porumbului) fac aproape imposibilă monocultura porumbului în zonele cu potențial mare de infecție, deşi există astăzi produse de tratat sământa care ar permite o protecție mulțumitoare. Pe de altă parte, monocultura de porumb, prin favorizarea înmulțirii rățişoarei, devine o foarte proastă plantă premergătoare şi pentru floarea-soarelui. Fenomenul este prezent în tot sudul României, dar este deosebit de intens în Dobrogea şi Tulcea.

Încălzirea globală, inclusiv cea din România, a condus la migrarea rățişoarei dincolo de Carpați, unde nu reuşise deloc să ajungă până în ultimii ani. Deocamdată, pagubele sunt limitate. Persistența monoculturii, mai ales în zonele de dealuri şi de sub munte, poate conduce la dezvoltarea populațiilor de *Tanymecus*, şi prin aceasta la creşterea suprafețelor restricționate pentru monocultură.

O nouă restricție entomologică vine acum să aducă noi argumente în defavoarea monoculturii. Este vorba de dăunătorul *Diabrotica virgifera virgifera* (vezi montajul din figura 38). Dăunătorul a plonjat în Iugoslavia direct din America şi, pe măsură ce s-a extins, favorizat şi de încălzirea climatică din Europa, a schimbat complet gândirea specialistului privind cultura porumbului.

Atacul dăunătorului este foarte puternic în vetre, dăunătorii fiind atât adulți prezenți pe plante, cât şi larve. Adulții atacă din iunie până în septembrie pe frunze, mătase şi ştiuleți, iar larvele ieşite din ouăle depuse în pământ la începutul vegetației atacă îndeosebi rădăcinile, putând compromite cultura pe zone întinse (Serviciul Român de Protecția Plantelor), conform tuturor specialiştilor din România şi din toată lumea.

CEA MAI IEFTINĂ METODĂ DE COMBATERE
A DĂUNĂTORULUI *DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA*
ESTE EVITAREA MONOCULTURII.

Diabrotica virgifera virgifera – atac la mătasea porumbului

Diabrotica virgifera virgifera – adult

Diabrotica virgifera virgifera – atac la rădăcini

Urmare a atacului la rădăcini, plantele de porumb sunt distruse şi cad la primul vânt

Diabrotica virgifera virgifera – larve

Figura 38. **Montaj privind dăunătorul *Diabrotica virgifera virgifera* şi atacul lui asupra porumbului** (Sursa: www.jki.bund.de)

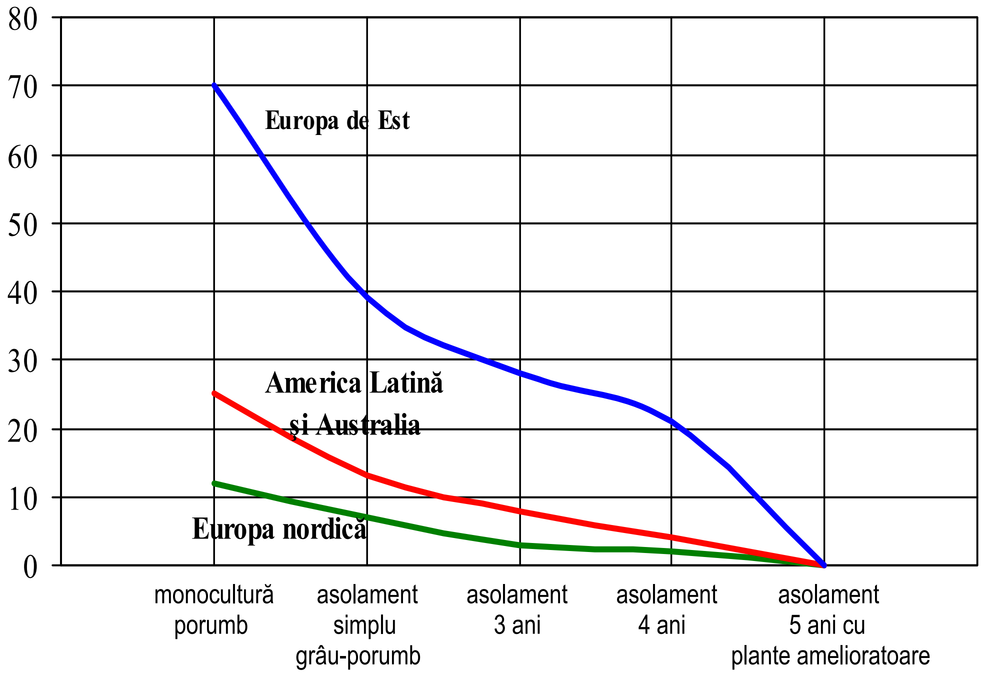
Pe solurile erodate din zona Perieni, asolamentele simple grâu-porumb pot dubla producția de la 911 kg/ha la 2101 kg/ha (Jităreanu, 2008). Cu toate acestea, așteptările asupra nivelului recoltelor sunt reduse, cercetătorii de la USAMV Iaşi recomandând asolamente largi, cu solă săritoare şi cu accent principal pe lucernă. Pe lângă creşterile importante de recoltă (3x), conservarea biologică a solului şi evitarea pierderilor prin eroziune, se apropie de optimum.

Deoarece multitudinea cercetărilor efectuate pe toate continentele lumii nu permit o afirmație categorică, decât în zona europeană şi, uneori, sud-americană, ne putem închipui că există cauze speciale pentru care monocultura de porumb are comportamente diferite.

Presiunea asupra monoculturii de porumb în Europa de Est este dată îndeosebi de dăunătorii *Tanymecus*, *Diabrotica virgifera virgifera*, ca şi de *Pyraustra nubilaris*. O cauză importantă pentru restricția monoculturii în Europa Centrală şi de Est o constituie deficitul de apă din lunile iulie şi august, ca şi numeroasele deficiențe în sistemul lucrărilor solului. În nordul continentului european porumbul se cultivă dominant pentru siloz, în două scopuri: nutriția animală şi obținerea biogazului.

Deşi cantitatea de precipitații tinde să scadă şi în acest perimetru datorită modificărilor climatice, monocultura de porumb se menține pe suprafețe mari datorită utilizării masive a gunoiului de grajd care poate substitui, fie şi parțial, presiunea stării biologice şi a sănătății solului asupra monoculturii de porumb. Din aceste motive, comportamentul porumbului în monocultură a fost studiat pentru 3 categorii de zone pedoclimatice (Buhre C. şi colab., 2007, Pointreau Th. şi colab., 2000, Ritchie B. 2003, Dost R şi colab., 2000, Staicu I. 1969, Ailincăi C. şi colab., 2007, Jităreanu G. 2008, Brunt L. 1999 şi alții) (vezi figura 39).

Pentru agricultura în transformare nici monocultura de porumb nu poate fi acceptată mai des în zonele de cultură intensivă şi, mai ales, dacă se urmăreşte nivelul producției de boabe.



Date acumulate din 15 ani de cercetări foarte diverse şi condiții diverse de susținere nutrițională.

Figura 39. **Pierderile generate de monocultura de porumb în diferite zone ale lumii**
(colectare date, procesare şi viziune personală)

Pornind de la un conținut de 4% carbon în sol în 1888, în peste 100 de ani de monocultură de porumb, conținutul acestui valoros element care dă stabilitate şi sănătate solurilor a scăzut de peste 4 ori pe solurile nisipoase din Missouri şi de circa 2 ori pe solurile lutoase din Illinois (figura 40). Grâul în monocultură pe 100 de ani a redus mai puțin conținutul în carbon decât porumbul. Aplicarea a câte 6 t/ha/an îngrăşământ organic sub formă de gunoi a dublat practic conținutul de carbon din sol, fără a putea reveni la conținuturile inițiale cu care s-a pornit în experiment. Această experiență valoroasă demonstrează o dată în plus că nu există încă factori de stabilitate a rotației plantelor şi că găsirea unor modele noi de agricultură alternativă necesită şi altceva decât o simplă doză de 6 t/ha/an de gunoi de grajd.

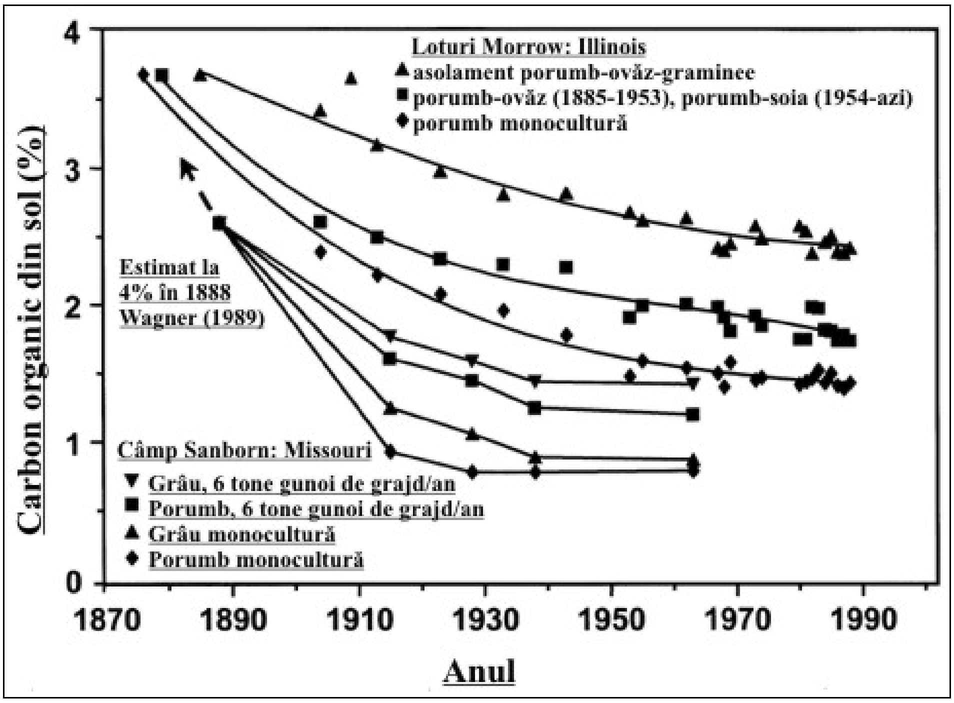


Figura 40. **Efectul pe termen lung al rotaţiei culturilor asupra conţinutului de carbon al solurilor în America** (Mahdi Al-Kaisi, 2002)

2.7. ASPECTE PRIVIND MONOCULTURA DE RAPIŢĂ

Mai mult decât în cazul altor plante, efectul monoculturii de rapiță asupra propriei ei producții şi calități trebuie văzut în contextul variațiilor mari de climă şi sol de pe planetă. La nivelul Europei, rapița, plantă de climă rece, găseşte condiții bune de vegetație în țările din nordul Europei, unde atât riscul de secetă cât şi cel de îngheț sunt minime. În asemenea condiții există lucrări (Govronsko-Kulesza, 2006) care susțin că, într-o monocultură de până la 8 ani, rapița poate rezista fără a-şi reduce producția şi calitatea şi fără a fi afectată în mod deosebit de dăunători şi boli.

Dimpotrivă, cercetătorii francezi de la Citiom (2009) consideră că rapița se comportă foarte bine într-o rotație de 4-5 ani, în care caz poate aduce un spor de până la 20-30% la nivelul producției şi poate fi folosită ca o bună plantă premergătoare pentru culturile de cereale (grâu, orz, ovăz). Calitatea de bună plantă premergătoare trebuie căutată în raportul dintre rădăcini şi sol, care favorizează menținerea unui sol structurat, cu o arhitectură optimă pentru raportul apă/aer din sol.

Cercetările efectuate de Cristen (2001) şi citate şi de Wagner (2008) în spaţiul german arată că rotaţiile, chiar şi cele simple, sunt mai bune decât varianta monocultură. Experienţele au fost efectuate în 1988-2000 şi sunt sistematizate în figura 41. Rapiţa reacţionează chiar şi la monoculturi simple de cereale, orzul fiind însă cu 4% superior ca premergătoare grâului. Asolamentul de 3 ani, rapiţă-grâu-orz, măreşte producţia cu încă 4% (+ 4,4 q/ha).

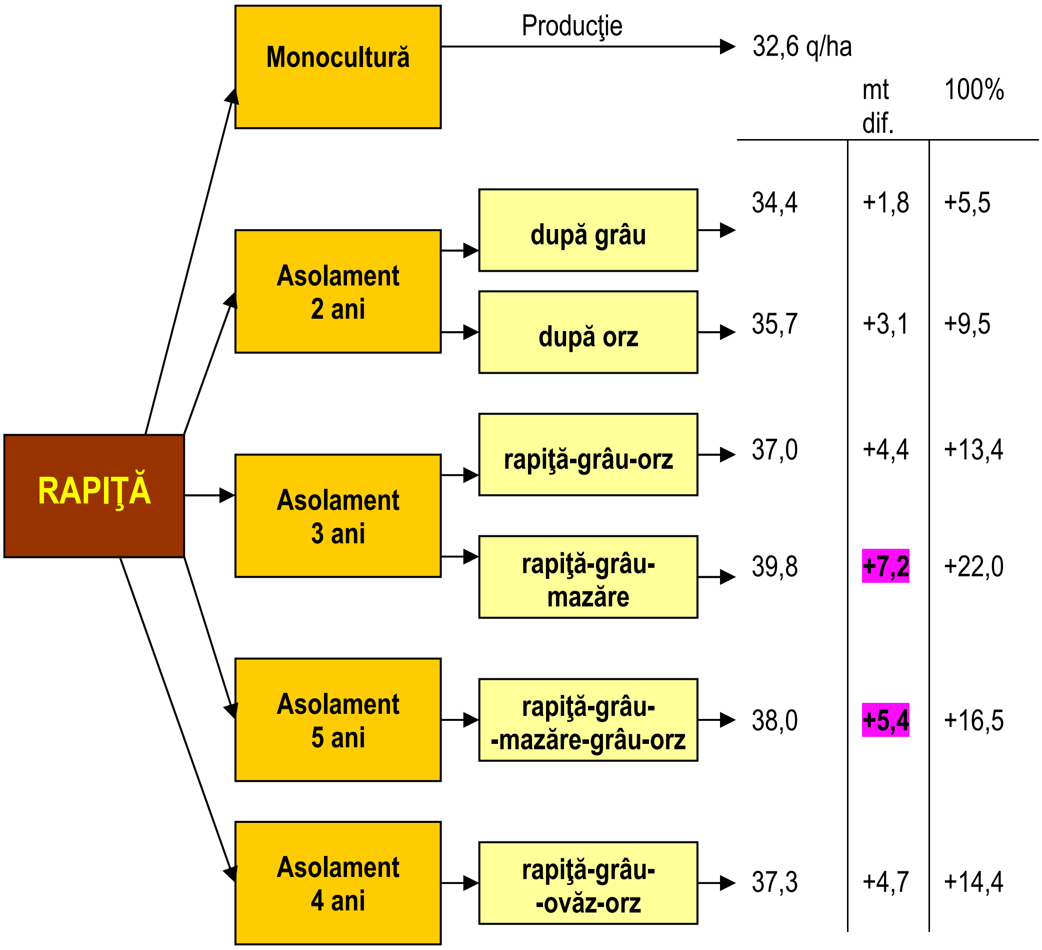


Figura 41. **Reacţia culturii de rapiţă în monocultură şi în diferite asolamente**
(prelucrare după Christea, 2001)

Dacă însă în asolament se introduce o plantă amelioratoare precum mazărea, sporul de recoltă creşte semnificativ (22% sau 7,2 q/ha, ceea ce, la preţurile anului 2009, înseamnă un plus de peste 210 euro/ha).

Asolamentele de 4 şi 5 ani fără plante amelioratoare nu sunt superioare asolamentelor de 3 ani care includ însă leguminoase (mazăre).

Menționăm că efectul monoculturii a fost studiat şi de mulți alți cercetători amintiți mai sus, o dată cu cererea crescută de semințe de rapiță, mai ales pentru obținerea de biodiesel. S-a născut şi ideea găsirii unor soluții alternative care să susțină monocultura. Cu toate că poate fi susținută un număr de 2-4 ani, dezavantajele pe care scoaterea ei din asolament le-ar aduce acestuia sunt generate în mod deosebit de calitatea ei deosebită de plantă premergătoare, mai ales pentru culturile de cereale.

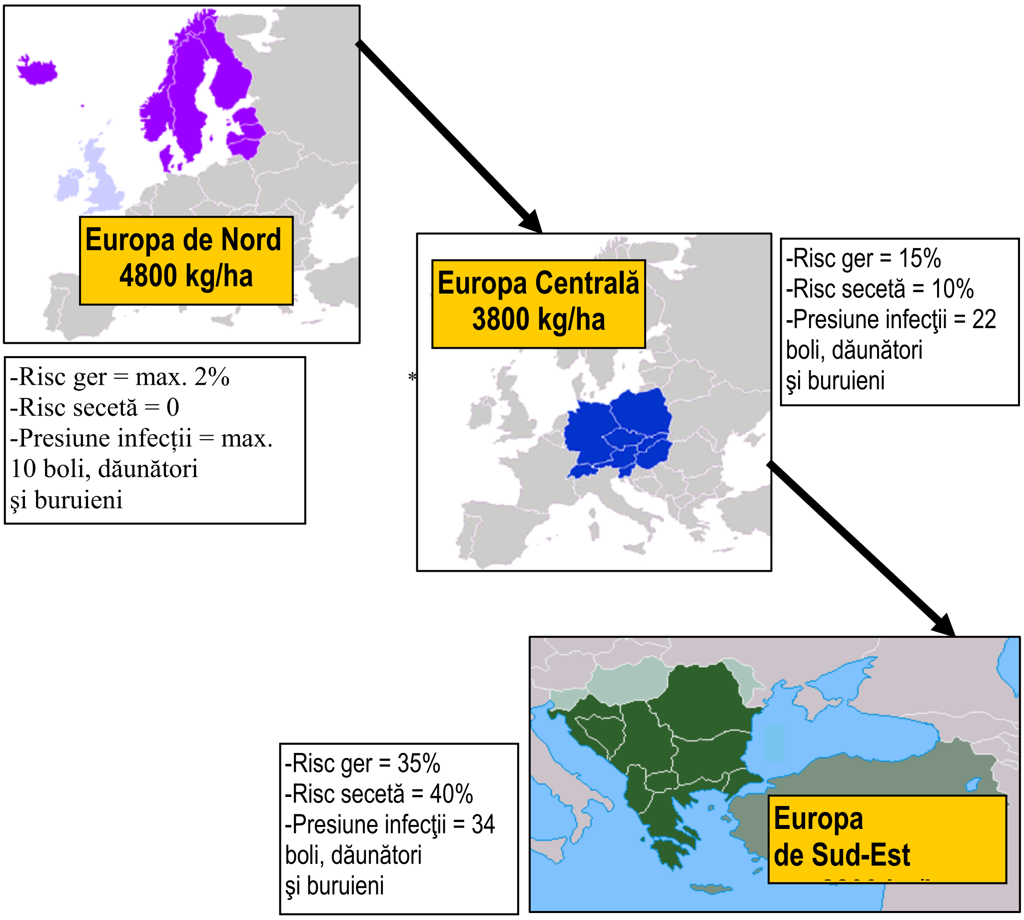


Figura 42. **Descreşterea producţiilor de rapiţă pe măsură ce cultura se deplasează de la nord spre sud-est** (calcule personale)

---

* Prin presiunea de infecții se înțelege aici cantitatea totală de producție redusă datorită factorilor de risc biologic

În ultimii 20 de ani, rapița pentru semințe a început să se extindă spre sud-estul Europei, unde condițiile de cultură sunt mai restrictive decât în Europa Centrală şi de Nord şi, în consecință, şi nivelul recoltelor este mai mic. Pe de altă parte, relația între climă şi agricultură este necesar a fi revăzută pentru întreaga agricultură europeană şi locală. Restricțiile impuse de factorii de dezvoltare ai culturii cresc în amploare şi diversitate pe măsură ce înaintăm din țările din nordul Europei către sud-estul Europei şi se conturează cu producții mai mici.

Din această figură, în care s-au luat în considerare factori tehnici comparabili, rezultă că, dacă în sud-estul Europei, inclusiv în România, producția de rapiță, datorită riscului de ger (aproape 40%) şi de secetă (tot 40%), ca şi a presiunii foarte mari generată de insecte, boli şi dăunători, poate fi compromisă în cel puțin 40% din cazuri, acest lucru este foarte greu de întâlnit în Europa Centrală şi imposibil în Europa de Nord. Atitudinea față de monocultură este şi ea diferită, pentru că diferențele de producție în monocultură cresc în acelaşi sens.

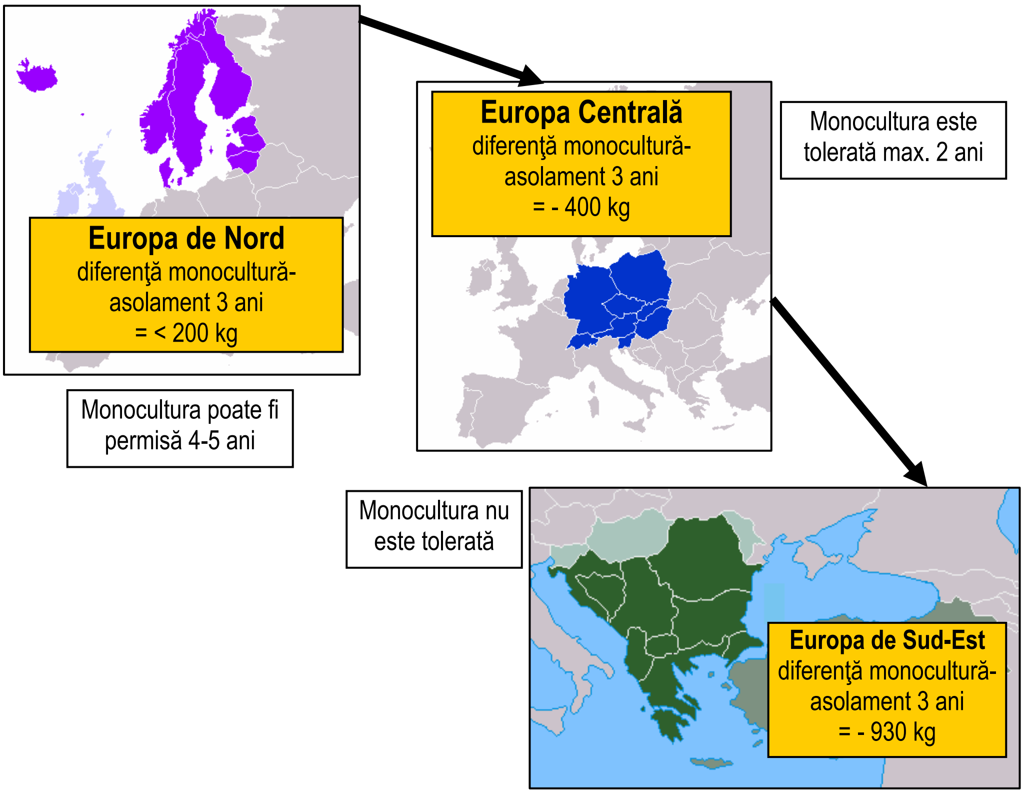


Figura 43. **Scăderile de producţie practicate în monocultura de rapiţă în diferite zone ale Europei**

Din aceste considerente, dar şi ca urmare a studiilor şi observaţiilor făcute în România, considerăm practicarea monoculturii în România ca foarte păguboasă, atât prin pierderile directe, cât şi prin absenţa ei ca bună premergătoare pentru grâu.

Printre restricţiile ce impun eliminarea monoculturii de rapiţă am arătat că presiunea de infecţie cu dăunători este în România mai mare decât oriunde în Europa. Dintre dăunătorii foarte periculoşi amintim:

***Ceutorhynchus assimilis* (gărgăriţa seminţelor de crucifere)**

Figura 44. ***Ceutorhynchus assimilis* – adult**

Figura 45. **Plante atacate de *Ceutorhynchus assimilis*** (original)

Seminţele sunt devorate de larve, iar pagubele pot să ajungă uşor la 40%.

Tot din neamul gărgăriţelor face parte şi ***Ceutorhynchus napi***, cunoscută şi sub denumirea de **gărgăriţa tulpinilor de rapiţă**.

Figura 46. **Larvă de *Ceutorhynchus napi*** (original)

Figura 47. **Daune la tulpină** (original)

Meligethes aeneus (**gândacul lucios al cruciferelor**) atacă şi mănâncă până la distrugerea bobocilor florali şi a florilor. Pagubele sunt, de asemenea, până la 40-50% sau mai mult.

Figura 48. **Meligethes aeneus – adult** (original)

Figura 49. **Meligethes aeneus – atac la flori** (original)

O serie întreagă de purici, afide şi insecte polimorfe (păduchele cenuşiu) pot să atace rapița mai ales în monocultură. Toți dăunătorii rapiței iernează sub formă de larve în sol şi de aceea este preferabil a fi schimbată pentru cultură în vederea reducerii atacului.

Bolile rapiței în spațiul românesc sunt, de asemenea, numeroase. Cităm doar câteva:

- putregaiurile
- făinarea
- mana
- alternarioza.

Ele pot, de asemenea, reduce producția cu 15-20% în condiții de monocultură şi fără tratamentele recomandate de specialişti. Cu toate riscurile pe care le are în spațiul românesc, rapița, cultură relativ nou introdusă în zonă, rămâne, alături de cerealele de toamnă şi mazăre, o cultură de bază în peisajul agricol al României. Ea este o bună premergătoare pentru culturile de cereale, cu care creează un foarte interesant complex agronomic, eficace pentru agricultorii performeri în sudul României în mod deosebit.

2.8. PROBLEME PRIVIND MONOCULTURA LA SFECLA DE ZAHĂR

Majoritatea cercetătorilor (Bălteanu, 20001, Stănescu, 1976, Scheibe, 1953 şi alții) consideră sfecla de zahăr total nepotrivită ca monocultură. În România cercetări numeroase s-au făcut la Stațiunea Experimentală Lovrin, care arată că:

- în monocultura de 4 ani scăderea producției a fost de 19%;
- monocultura de 5 ani a condus la pierdere de 54%.
- Cercetări asemănătoare efectuate de Stancu şi colab. în Iugoslavia (1986) arată că într-o monocultură de 5 ani sfecla îşi reduce producția cu:
- 16% în al doilea an de monocultură;
- 24% în al patrulea an de monocultură;
- 32% în al cincilea an de monocultură.

Într-o monocultură de 20 de ani, sfecla a arătat o pierdere a recoltei până la compromitere. De recunoscut, arată aceiaşi autori, este faptul că fertilizarea nu a putut să elimine pierderile de producție şi calitate, pierderile fiind la fel de mari ca şi în variantele nefertilizate.

Au demonstrat cercetătorii de la Lovrin (Nicolae M. 1971, citat de Bălteanu, 2001) că sfecla după sfeclă este cea mai proastă soluție şi că ea în niciun caz nu trebuie practicată (tabelul 2).

Tabelul 2

Influența plantei premergătoare asupra producției de sfeclă
(Nicolae M., 1971)

Nr. crt.	Plantă premergătoare	Producţia de rădăcini		Producţia de zahăr	
		to/ha	%	to/ha	%
1	Sfeclă	28,9	100	4,85	100
2	Cânepă	34,7	120	6,28	120
3	Porumb	39,5	136	7,11	146
4	Grâu	41,8	144	7,39	152
5	Mazăre	46,1	159	8,20	169

Deşi există autori care cer necultivarea sfeclei după leguminoase din cauza unor dăunători comuni, efectul ameliorator al mazării, în experiența de la Lovrin, o face pe aceasta cea mai bună premergătoare. Numai motivele de structură a asolamentului şi importanța mazării ca premergătoare pentru alte culturi ne fac să utilizăm cu precădere grâul ca premergătoare pentru sfeclă şi nu mazărea.

Cercetări efectuate pe zona tropicală, unde Syngenta încearcă să introducă sfecla pentru zahărul necesar fabricării bioetanolului, consideră că sfecla de zahăr trebuie exclusă de la monocultură, în timp ce trestia de zahăr, plantă perenă, este obligată la monocultură, aceasta şi din cauza unor relații speciale cu solul şi unele bacterii.

2.8.1. De ce nu suportă sfecla monocultura?

DE CE ?

1. Din cauza instituirii unor relaţii de incompatibilitate între rădăcini şi microorganismele din sol.

2. Din cauza unor boli şi dăunători care se conservă şi se înmulţesc prin utilizarea monoculturii, precum: *Phoma betae*, *Pythium sp.*, *Fusarium sp*, *Bothynoderes punctiventris*, *Cercospora beticola*.

3. Indirect, din cauză că solul afânat pe care îl lasă poate fi utilizat mai bine de către alte culturi.

Dacă ne referim la relațiile dintre microorganismele bacteriene şi sol, observațiile noastre arată că în zona periradiculară se înmulțesc bacteriile de tip descompunători aerobi, care se hrănesc dominant cu zaharurile emise în sol de rădăcini şi lipsesc cele asociative sau libere fixatoare de azot. Din această cauză, spre deosebire de cereale, sfecla necesită mai multe îngrăşăminte chimice, capacitatea ei de a degrada composturile şi chiar acizi aminici din bălegar fiind mai mică. De asemenea, sunt mai reduse ciupercile sanitare ale solului, precum: *Fusarium, Alternaria*, ca şi speciile de *Phytophtora*.

Bolile şi dăunătorii sfeclei constituie însă principalii factori care solicită evitarea monoculturii. Bolile care creează degradarea şi căderea plantulelor, precum *Fusarium spp., Phytium spp., Phoma spp., Aphanonyces spp., Rhizoctonia spp.* şi *Ervinia spp*, îşi găsesc locul de infecție cu precădere pe resturile vegetale ale solului şi atacă germenii de sfeclă foarte timpuriu sau partea aeriană de tulpină, imediat sub cotiledoane. În condiții de umiditate ridicată, mai ales atunci când este şi cald, atacul este energic şi pot compromite cultura la intensități mari. Singura variantă alternativă pentru controlul acestor boli rămâne asolamentul de 5 ani şi tratarea solului cu Biovin şi alte composturi speciale, inclusiv utilizarea endomicorizei.

Figura 50. **Atac de *Pythium* la plântuţele de sfeclă** (după Windels şi colab., 1989)

2.8.2. Cercosporioza frunzelor

Mai este cunoscută şi sub denumirea de pătarea roşie a frunzelor. Conform lui Bărbulescu şi colab. (2002), agentul patogen, cunoscut sub denumirea de *Cercospora beticola,* prezintă un micelin hialin*, pluriseptat, care se dezvoltă intracelular (adică în interiorul celulei), asemenea cirozei hepatice la oameni. Petele devin roşii şi foarte evidente, iar conidiafori apar pe ambele fețe ale petelor, sub formă de mici buchete scurte.

În relațiile dintre planta de cultură şi parazit este de reținut faptul că ciuperca se poate găsi şi pe alte plante de tip buruieni, multe îndepărtate sistematic, cum ar fi *Chenopodium, Medicago, Amaranthus, Malva, Trifolium, Lactuca* şi altele. Principala sursă de infecție o constituie chiar resturile de sfeclă, dar şi buruienile specifice care o însoțesc. În aceste resturi poate ierna boala şi de aceea, în condiții de monocultură, se răspândeşte foarte repede, mai ales pe frunzele dezvoltate. Petele pe frunze se dezvoltă în 5-21 de zile de la infecție.

* Hialinul este un amestec de proteine plasmatice cu structură omogenă (vezi Dex-ul).

Figura 51. **Spori argintii ai speciei *Cercospora beticola* apăruţi chiar în zona stomatei, în bucheţele mici, pe vreme umedă şi caldă** (Sursa: C.Windels, 1989)

Figura 52. **Atacul pe frunze al ciupercii *Cercospora beticola* se manifestă prin pete circulare (2-3 cm) sau eliptice, brun deschis în centru şi mai roşii spre periferie, odată cu apariţia sporilor. Se extinde atacul pe frunze, acestea se usucă şi mor** (vezi şi figura 47) (Sursa: C. Windels, 1989)

Figura 53. **Atacul avansat al ciupercii conduce la moartea frunzelor şi diminuarea sau compromiterea recoltelor. Pagube de 30-40% sunt obişnuite în cazul atacului consistent** (Sursa: C.Windels, 1989)

În managementul alternativ al controlului bolii se va ține cont de:

- revenirea culturii pe aceeaşi suprafață o dată la 5 ani;
- alegerea solurilor (evitarea celor sărate şi umede);
- alegerea soiurilor (promovarea soiurilor rezistente);
- distrugerea plantelor gazdă;
- tratamente fungicide în rotație cu monitorizarea atentă a necesarului de tratament şi alegerea celor mai potrivite pesticide cu un grad redus de risc pentru presiunea poluantă.

Deoarece unele din principalele potențiale plante premergătoare sunt vectori importanți ai bolii (lucerna, mazărea, trifoiul, spanacul şi numeroase alte plante cu frunza lată), este de preferat ca acestea să nu fie alese ca principale plante premergătoare (ex. mazăre). În locul acesteia este de preferat în primul rând grâul şi în al doilea rând porumbul care, în managementul *Cercosporozei* asigură un control mai bun al bolii şi o stabilitate mai mare a recoltelor şi a calității lor.

Există mai multe boli, printre care cităm:

- *Peronospora farinosa ssp. betae*;
- *Pseudomonas syringae ssp. optata*, boală bacteriană care seamănă mult cu *Cercospora* ca simptome ale atacului;
- *Erysiphae betae* – făinarea sfeclei;
- *Uromyces betae* – rugina sfeclei.

Figura 54. ***Erysiphae betae*, atac generalizat la frunzele de sfeclă**
(Sursa: INRA France)

O serie de alte boli generate de virusuri, printre care mozaicul sfeclei (Beet mosaic virus) sau *Rizomania* (îngălbenirea necrotică a nervurilor – Beet necrotic yellow virus, un virus foarte periculos), demonstrează faptul că relațiile dintre plantele de sfeclă şi sol sunt puternic afectate dacă, atât asolamentul cât şi alegerea premergătoarei scapă managementului culturii.

Dăunătorii sfeclei de zahăr sunt, de asemenea, numeroşi şi periculoşi. Cităm câțiva dintre ei:

- ***Bothynoderes punctiventris***, denumită popular gărgărița cenuşie a sfeclei, este cel mai răspândit dăunător. Dăunătorul este mare, are 10-12 mm şi o singură generație. Iernează în sol ca adult.

Atacul adulților este foarte periculos pentru că retează plantele tinere de la colet. El devorează, de asemenea, frunzele cotiledonale şi distruge şi primele 3 frunze adevărate. Pagubele merg până la compromiterea culturilor în primăverile secetoase şi călduroase. Larvele sunt, de asemenea, foarte periculoase prin galeriile pe care le creează în rădăcini. Cantitatea este puternic redusă, iar calitatea sfeclei este, cel mai adesea, compromisă.

− ***Tanymecus palliatus*** (rățişoara sfeclei) este o rudă apropiată a rățişoarei porumbului. Ea este prezentă în întreaga Românie, dar mai frecventă în Transilvania.

Figura 55. **Bothynoderes punctiventris – adult, care rămâne în sol**
Foarte periculos la sfeclă (Sursa: http://www.zin.ru/Animalia/coleoptera/images/kv_mak/bothynoderes_punctiventris.jpg)

Figura 56. **Tanymecus palliatus – adult.**
Este o specie polifagă cu o generaţie la 2 ani (Sursa: www.biolib.de)

Adulții rod plantele tinere, frunzele cotiledonale şi primele frunze adevărate. Locul de iernare este tot solul.

Foarte periculoşi s-au dovedit a fi în ultimul timp şi păduchele negru al sfeclei (*Aphis fabae*), puricele sfeclei (*Chaectocnema tibialis*), viermii sârmă (*Agriotes spp*), buha verzei (*Mamestra brassicae*), gândacul țestos al sfeclei (*Cassida nebulosa*), molia sfeclei (*Scrobipalpa ocellatella*), musca minieră a

sfeclei (*Pegomya betae*) şi multe altele. Toate insectele, toţi dăunătorii sfeclei devin cu atât mai periculoşi cu cât sfecla apare mai frecvent în asolament, iar monocultura creează adevărate bioinvazii pentru că relaţiile dintre plantele de sfeclă şi sol se interferează în peste 90% din cazuri cu dăunătorii culturii.

2.8.3. Necesarul de elemente nutritive şi creşterea valorii sfeclei în asolament. Variante alternative

Sfecla de zahăr, datorită nivelului ridicat de biomasă pe care îl produce, este corelativ o mare consumatoare de elemente de nutriţie. Citându-l pe Soltnev (1990), Bălteanu Gh. (2001) susţine că sfecla de zahăr este o mai mare consumatoare de potasiu decât azot. În acelaşi timp, alte elemente de nutriţie precum sodiu, calciu şi magneziu ocupă un loc cu mult mai important în nutriţia sfeclei de zahăr decât alte culturi consacrate (vezi tabelul 3).

Tabelul 3

Necesarul de elemente nutritive al sfeclei de zahăr pentru o tonă de substanţă proaspătă (Bâlteanu Gh., 2001)

Componentele biomasei	Consum în kg/tonă substanţă proaspătă					
	N	P_2O_5	K_2O	Na_2O	CaO	MgO
Rădăcini	1,0-1,5	0,7-0,9	1,8-2,2	0,6-0,8	0,4-0,6	0,4-0,6
Frunze	3,0-3,5	1,0-1,5	4,0-6,0	2,0-2,5	1,0-2,0	1,0-2,0
Total	**4,0-5,0**	**1,7-2,4**	**5,8-8,2**	**2,6-3,3**	**1,4-2,6**	**1,4-2,6**

Reanalizând consumul de elemente în funcţie de nivelurile de producţie, acesta, preluat după Bălteanu Gh., se prezintă în tabelul 4.

Tabelul 4

Necesarul sfeclei de zahăr în elemente nutritive pentru 3 timpi de producţie

Treapta de producţie (to/ha)	Elemente nutritive folosite kg/ha					
	Azot	Fosfor	Potasiu	Sodiu	Calciu	Magneziu
30 t rădăcini 27 t frunze şi colete	125	46	188	80	40	46
40 t rădăcini 30 t frunze şi colete	167	61	251	106	53	61
50 t rădăcini 36 t frunze şi colete	209	76	313	133	76	67

Deşi elemente nutritive participă diferit la realizarea componentelor producţiei, consumul lor creşte după curbe paralele (vezi tabelul 5).

Tabelul 5

Repartizarea consumului de elemente nutritive la sfecla de zahăr pe perioade vegetale

(Bâlteanu, 20011% din consum total)

Lunile	N	P_2O_5	K_2O
Mai	1,3	0,7	1,0
Iunie	20,2	14,3	13,0
Iulie	46,0	34,0	42,0
August	17,0	23,2	23,0
Septembrie	11,0	17,8	14,0
Octombrie	4,5	10,0	7,0

Cea mai mare cantitate de azot şi potasiu se află în frunze şi colete. Azotul se consumă dominant pentru formarea frunzelor, potasiul pentru funcționarea fotosintezei şi producția elaboratelor metabolice, în timp ce fosforul este determinant pentru maturare. Din aceste motive, aplicarea în tandem a îngrăşămintelor cu fosfor şi potasiu s-a dovedit a fi optimă la doza $N_{167}P_{94}$, la care s-au obținut peste 10,5 kg zahăr alb la o unitate de îngrăşământ. Există un număr extrem de mare de cercetări privind stabilirea şi aplicarea dozelor de îngrăşăminte, toate cu efecte favorabile.

Cu toate acestea, s-a constatat că dacă frunzele rămân pe teren, există dificultăți în degradarea lor. Numai cu aplicarea gunoiului de grajd degradarea acestora s-a efectuat rapid, bacteriile sanitare ale solului, tip *Pseudomonas fluorescent* acționând rapid nu numai în degradarea biomasei, dar şi în reducerea semnificativă a unor ciuperci parazite (Apro-bio, 2008).

Variantele alternative de nutriție a sfeclei țin cont, pe de o parte, de necesarul de elemente nutritive al solului, iar pe de altă parte de reciclarea biologică a multora dintre ele. Pornind de la constatarea deja formulată cum că potasiul şi azotul pot fi preluate din colete şi frunze, aplicarea unor preparate bacteriene poate readuce solului circa 40% din azot şi 50% din potasiu, într-o formă accesibilă culturilor următoare. Acelaşi *Pseudomonas fluorescent*, dar şi *Bacillus megaterium* mobilizează fosforul din sol şi îl preia în procent de până la 2/3 la dispariția plantelor. 1/3 urmează a se da din îngrăşăminte (constatări proprii).

Aplicarea însă a Biovinului în compost special cu rol activator al solului conduce la instituirea unor noi raporturi între rădăcini şi solul lor, datorită îmbunătățirii activ biologice a acestuia din urmă.

Cercetări recente ce urmează a fi publicate arată că, la o aplicație de 400 kg Biovin înainte de semănat şi încorporat, putem să reducem inputuri:

- cu 60% doza de azot;
- cu 40% doza de fosfor;
- cu 100% doza de potasiu.

În noua gândire a „transformării”, se ia în seamă faptul că sfecla are misiunea de a produce material energetic cât mai mult şi că, pentru aceasta, solul la rândul lui are nevoie de inputuri pentru reactivarea energetică a lui şi aducerea spre modul de reacție şi lucru a sistemelor naturale potrivite sfeclei.

După asemenea tratamente aplicate solului, sfecla poate deveni o foarte bună premergătoare pentru porumb, soia, in şi alte culturi de primăvară. Din cauza unor neconformități în relațiile cu solul, sfecla nu este bună premergătoare pentru leguminoasele perene şi nici acestea din urmă pentru sfeclă.

Capitolul 3
ROLUL PLANTELOR AMELIORATOARE ÎN ASOLAMENTELE AGRICULTURII ALTERNATIVE

Prin plantă amelioratoare e necesar să înțelegem acel ansamblu de culturi care, prin cultivarea lor în cadrul asolamentului aduc acestuia un surplus de inputuri, de regulă, de natură nutriționistă, dar şi de natură biologică, microbiologică sau ecologică.

Ca exemple de plante amelioratoare sunt cunoscute, de regulă, leguminoasele anuale sau perene, care, urmare proceselor de simbioză, cu speciile de *Rhizobium* aduc în sol o cantitate de azot mai mare decât cea necesară propriului lor consum. Totodată, rădăcinile lasă în sol anumite substanțe liante care contribuie la structurarea solului şi la reglarea raporturilor dintre apă şi aer ale acestuia.

Există şi alte culturi care prin relațiile lor cu solul mobilizează fie elemente nutritive din profunzime, pe care le aduc la suprafață, fie mobilizează pe cele imobilizate în zona rădăcinilor, prin intermediul unor substanțe uşor acide care solubilizează mai ales fosforul imobilizat în sol de către calciu. Lucerna este una din aceste plante. Dar şi sparceta şi lupinul pot îndeplini funcții similare. Culturile micorizate joacă, de asemenea, un mare rol în ameliorarea bio-economică a asolamentului. Ne referim aici la cartof, legume, curcubitacee etc. Dar asupra acestui subiect vom reveni.

Există trei direcții prin care plantele din familia leguminoaselor participă la ameliorarea solului şi a asolamentului:

1. Relația de simbioză dintre plantele leguminoase şi bacteriile fixatoare. Această relație este foarte complexă şi atât cât se ştie despre ea găsiți în lucrările noastre: *Probleme de ecologia solului*, Editura Ceres 2008, şi *Teorie şi practică în biotehnologiile genetice*, Editura Ceres 2006.

Față de cele cunoscute până în prezent şi prezentate în literatura citată, se cuvine să scriem câteva fraze şi despre importanța leghemoglobinei, pe care o vom găsi fotografiată în următoarele pagini şi care va juca un rol din ce în ce mai mare în fixarea azotului pe cale biologică şi renunțarea la cel fixat natural.

Cercetările efectuate în ultimii 40 de ani şi sintetizate de către cercetătorii de la Max-Planck Institut pentru fiziologia moleculară a plantelor din Golm (Postdam) (Andreas Trepte, 2005) ca şi de cei de la Universitatea din Leventer (Deborah şi colab., 1998) utilizând o metodă de interferență a ARN-ului la plante de lotus au reuşit cu succes să izoleze leghemoglobina plantelor

şi să demonstreze definitiv funcția ei de transport a oxigenului şi de tamponare a acestuia în procesul de fixare a azotului prin simbioză.

Leghemoglobina se mai numeşte legoglobin şi este o hemoproteină prezentă în toate nodozitățile leguminoaselor care fizează azot. Este de culoare roşie şi seamănă structural cu hemoglobina umană (figura 57). Ea este produsă de leguminoase ca răspuns al infecției rădăcinii cu bacteria fixatoare de azot (*Rhizobium*). Deşi inițial s-a crezut că o parte din complexul proteic a fost produsă în plantă (proteina A) şi o alta „hemo" în bacterie, cercetările recente arată că doar jumătate din proteina hem este produsă în plantă (Santana şi colab., 1998).

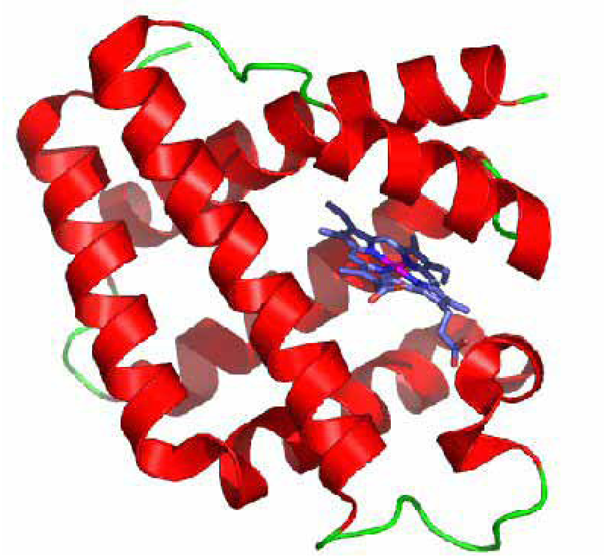
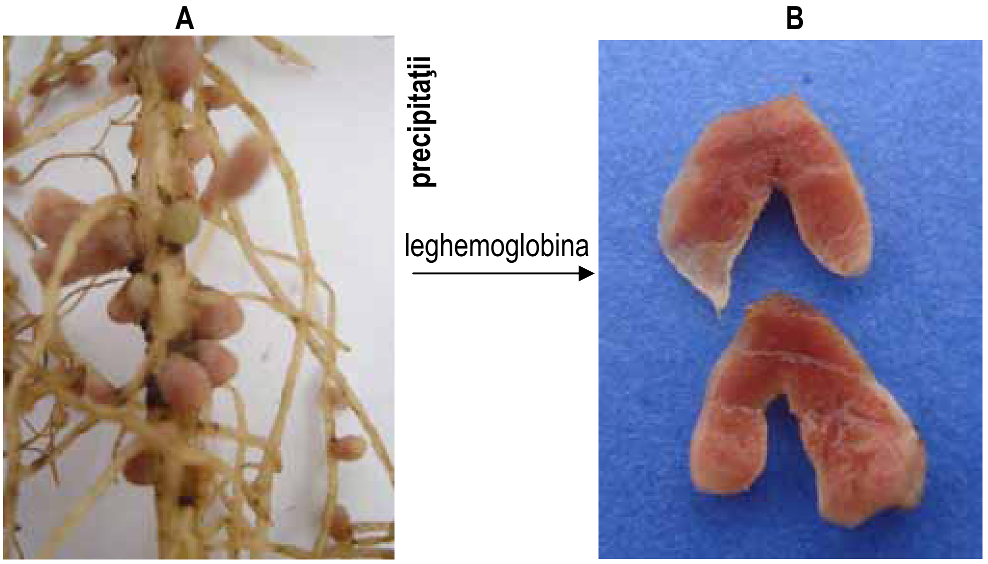
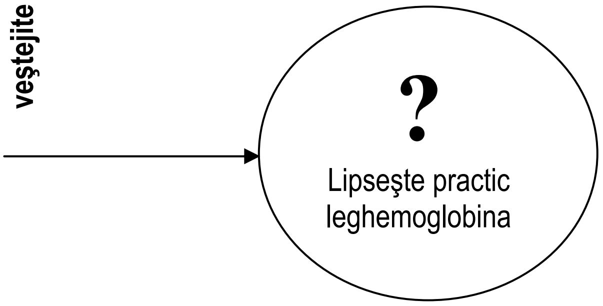


Figura 57. **Leghemoglobina la lupin**
(Sursa: Departamentul de chimie al Universităţii Main, Orno, UE)

Leghemoglobina are o afinitate ridicată pentru oxigen ($K_m \approx 0{,}01\ \mu M$) având o performanță asemănătoare lanțului β al hemoglobinei umane. Oxigenul bine dozat este foarte necesar bacteriei pentru ca, cu ajutorul nitrogenazei să fixeze azotul molecular (bacteria este aerobă). Leghemoglobina joacă în acelaşi timp un rol tampon în dozarea oxigenului. Se ştie că nitrogenaza este sensibilă la excesul de oxigen, fiind uşor degradată. Or, leghemoglobina permite să intre în sistem numai atât oxigen cât este nevoie pentru derulare optimă a procesului de biofixare. Blocarea penetrării oxigenului se realizează la nivelul citoplasmei celulelor infectate şi transformate în unități de biofixare. Presiunea oxigenului asupra celulelor infestate (prezente în noduli) creşte în perioada de secetă şi spre maturitatea

plantelor. În aceste condiții se fixează din ce în ce mai puțin azot până la încetarea fixării, generată de blocarea distrugerii prin oxidare a nitrogenazei. În aceste condiții nodozitățile se usucă treptat şi leghemoglobina dispare şi ea (vezi figura 58 c).





Tot în 15 mai, dar anul 2009, rădăcinile de mazăre nu conțin decât nodozități mici şi veştejite. Lipseşte leghemoglobina. Azot fixat numai 30 kg/ha, producție mazăre 890 kg/ha.

Figura 58. **Rădăcinile de mazăre încărcate cu nodozităţi (A) şi cu leghemoglobină abundentă (B) în anul normal în precipitaţii 2008. 15 mai Alexandria. Azot fixat = 134 kg., producţie mazăre 4200 kg** (foto autor)

Relația dintre asolament, plantă şi sol este determinată pentru cantitatea de azot fixată biologic prin simbioză, ca şi prin celelalte forme de fixare.

În această asociere mutuală, denumită „simbioză”, participă toate plantele leguminoase anuale şi perene care se cultivă sau care rămân în afara asolamentului şi bacteriile *Rhizobium*. Genul *Rhizobium* cuprinde un număr mare ale genului, în funcție de planta gazdă, şi anume:

- ***R. leguminosarum*, cu subspeciile (Wikipedia 2009):**
  - *R. phaseoli*
  - *R. trifolii*
  - *R. viciae*
- *R. cellulosilyticum*
- *R. daefeonense*
- *R. etli*
- *R. galegae*
- *R. gallicum*
- *R. giardini*
- *R. hainanensae*
- *R. huakui*
- *R. huatiense*
- *R. indigoferae*
- *R. larymorei*
- *R. laessense*
- *R. lupini*
- *R. lusitanum*
- *R. mediterraneum*
- *R. mangalese*
- *R. radiobacter*
- *R. rhizogenes*
- *R. rubi*
- *R. sullal*
- *R. tainnshanense*
- *R. tropici*
- *R. undicalo*
- *R. vitis*

Nu toate speciile enumerate aici sunt importante pentru agricultura practicată în zonele Europei, ci cu deosebire primele trei prezentate mai sus, separat: fixarea azotului rămâne însuşirea de bază pentru care culturile leguminoase sunt acceptate sub denumirea de „plante amelioratoare într-un asolament”.

Pentru a scoate în evidență importanța fixării azotului e nevoie să specificăm că sunt implicate aici două aspecte importante, şi anume:

a) **Cantitatea de azot fixat**. O plantă leguminoasă este cu atât mai bună premergătoare cu cât lasă în sol mai mult azot şi mai puține substanțe inhibante sau eventual toxice pentru cultura postmergătoare.

Dacă luăm în considerare cantitățile de azot fixat va fi necesar să ținem seama că aceasta depinde de mai mulți factori pe care îi prezentăm în figura 59

Nivelurile mici ale producției de azot fixat în sol se corelează cu:

a. Nivelul umidității din sol pe perioada de fixare maximă.

b. Reacția solului, raportul apă/aer din sol optim pentru furnizarea NITROGENAZEI.

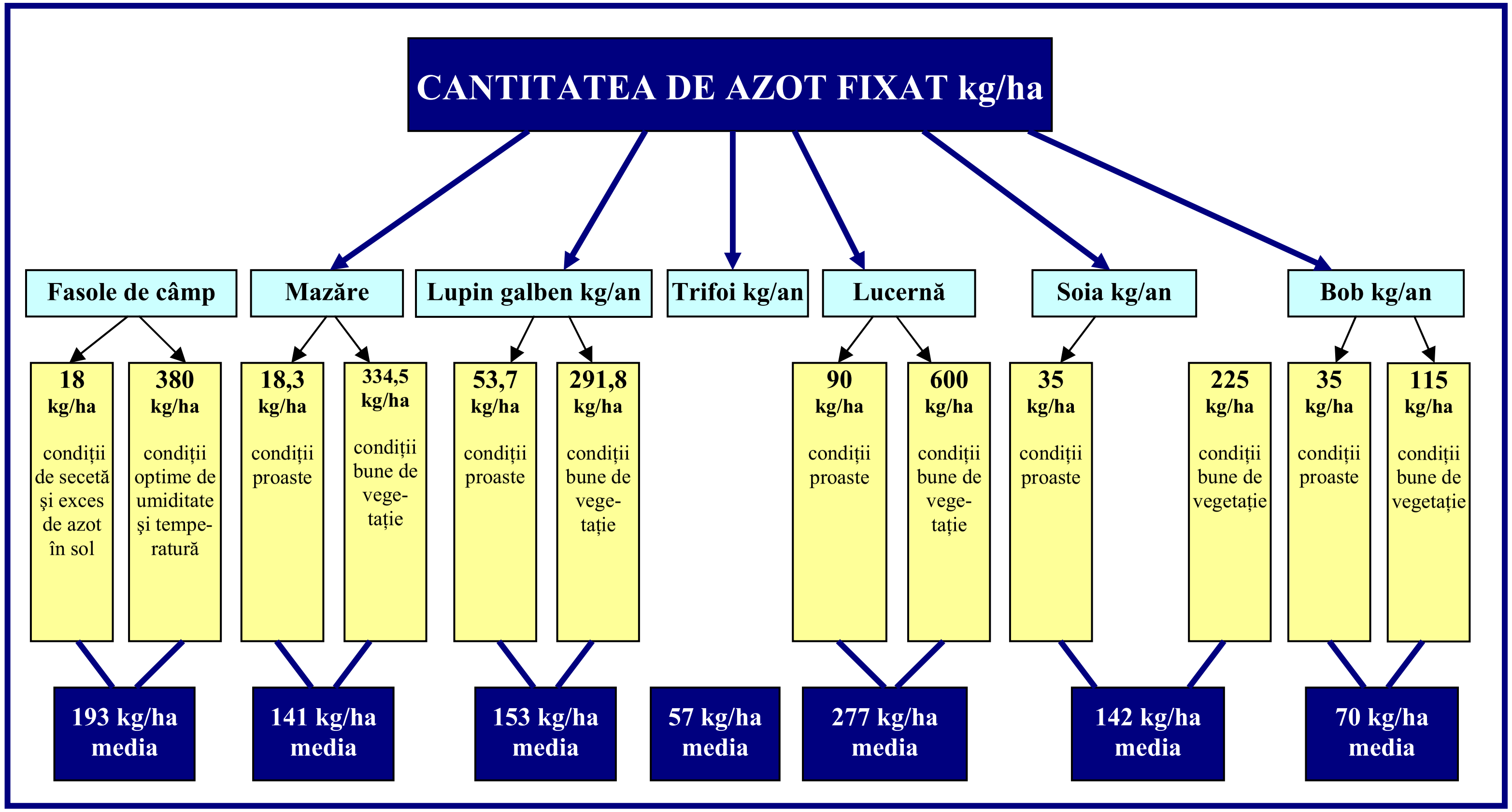


Figura 59. **Cantitatea de azot fixat biologic de către diferite culturi leguminoase** (sinteză autor)

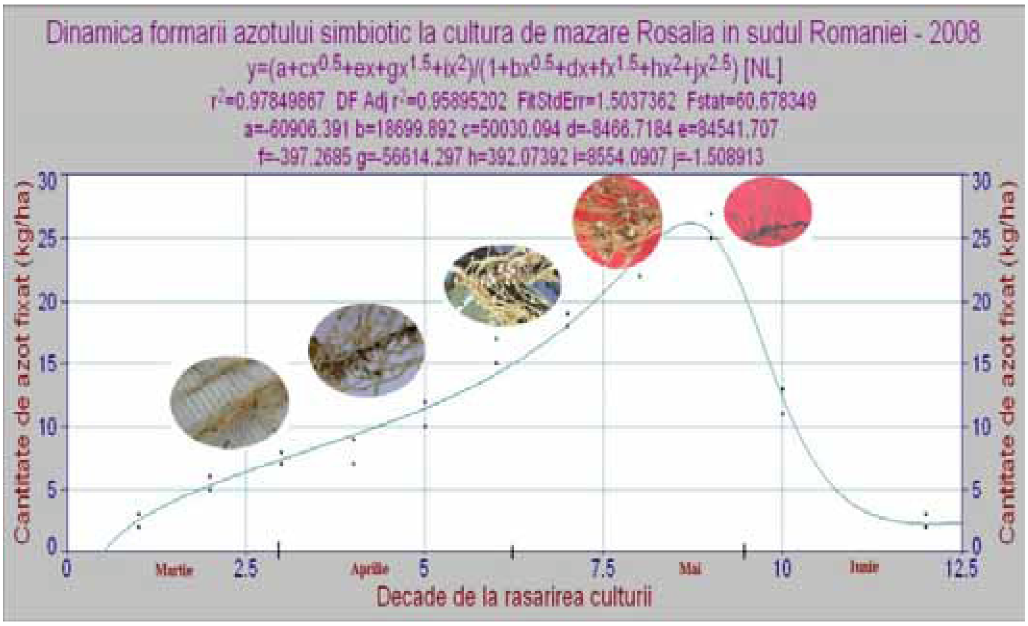


Figura 60. **Dinamica formării azotului simbiotic la cultura de mazăre Rosalia în sudul României** (original)

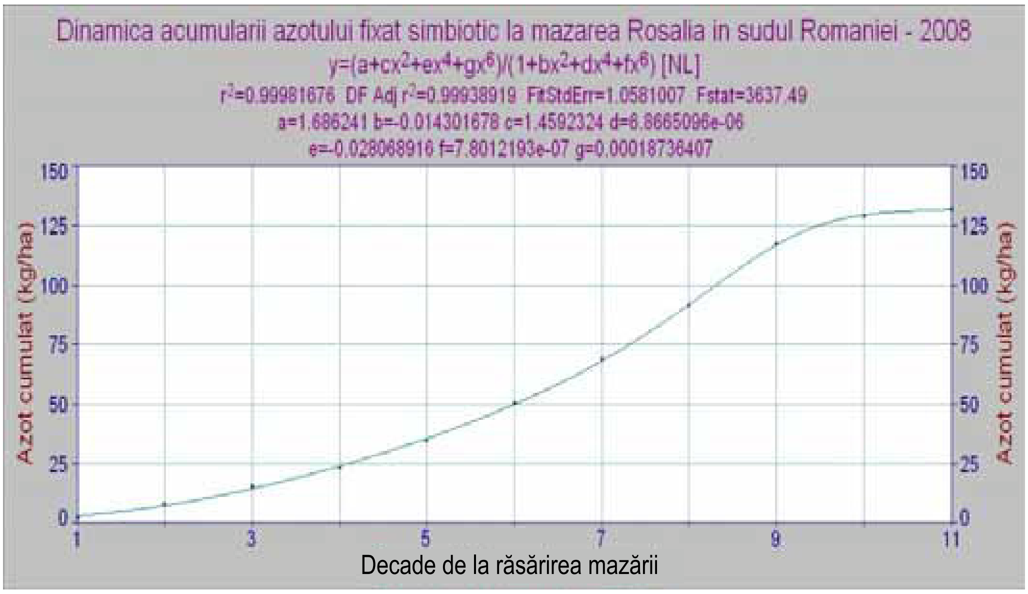


Figura 61. **Dinamica acumulării azotului fixat simbiotic la mazărea Rosalia în sudul României, 2008** (original)

Figura 62. **Dinamica fixării azotului simbiotic la cultura de mazăre Rosalia în sudul României, 2009** (original)

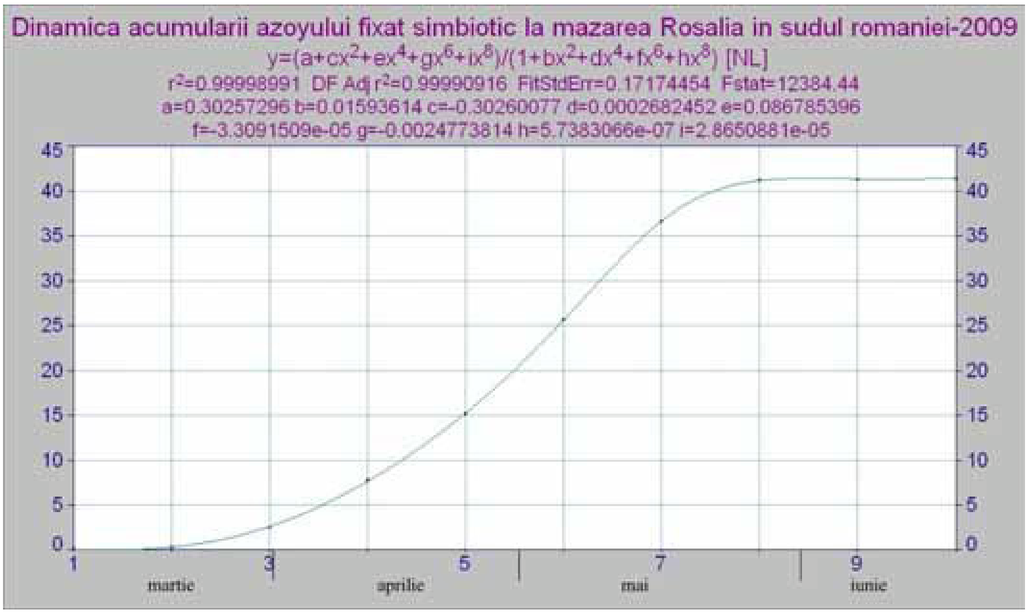


Figura 63. **Dinamica acumulării azotului fixat simbiotic la mazărea Rosalia în sudul României, 2009** (original)

Gradul de aprovizionare a solului cu azot şi cu alte elemente nutritive, îndeosebi calciu, pentru majoritatea leguminoaselor

Cercetările efectuate de noi în doi ani diferiți pe un cernoziom tipic din Podişul Burnasului şi pe un cernoziom castaniu de la Modelu, Călăraşi, au arătat două ipostaze diferite. Anul 2008 a fost ploios şi mai răcoros în perioada de vegetație activă a mazării. Au căzut (în circa 85 de zile) în medie pentru cele două localități, 150 mm precipitații. În aceste condiții dinamica fixării azotului se prezintă ca în figura 60, iar cantitatea totală de azot fixat se ridică la 130 kg, apropiindu-ne de media prezentată în figura 61. Dimpotrivă, în anul 2009, în perioada de vegetație intensivă în care ar fi trebuit să se acumuleze azot a plouat numai 55 mm precipitații. Atât dinamica fixării (figura 62), cât şi cea a acumulării (figura 63) au fost modificate în sensul restrângerii perioadei de fixare şi a reducerii cantităților de azot fixat biologic.

În timp ce în 2008 în luna de vârf a fixării s-au înregistrat peste 25 kg/ha, în 2009 acesta a fost peste 11 kg. Dacă comparăm cantitățile totale de azot fixat avem:

134 kg azot în 2008,
43 kg azot în 2009. → **diferența: 91 kg**

Fixarea azotului este atât de legată de mii de factori încât controlul lor şi instituirea noii transformări a marii agriculturi va pleca de la cercetări practice minuțioase care vor găsi parametri ideali ai solului pentru a capta din aer o cantitate cât mai mare de azot. Căutând un asemenea parametru se pare că el există la confluența unei bune aprovizionări cu apă a solului, fără ca aceasta să fie în exces.

2008

2009

Figura 64. **Dezvoltarea diferită a volumului şi activităţii nodozităţilor în doi ani diferiţi ca regim pluviometric – stânga, 2008, cu un regim potrivit de umiditate, iar dreapta, anul 2009, cu un regim de precipitaţii de trei ori mai redus** (foto autor)

Figura 65. **Leghemoglobina, pigmenţii roşii din nodozităţi au fost foarte dezvoltaţi şi mai ales foarte activi în 2008 şi au lipsit aproape complet în 2009**

Rezultatul s-a văzut în nivelul recoltelor de mazăre, şi anume:

4250 kg în 2008

1120 kg în 2009.

Diferența = 3130 kg, generată de fixarea azotului favorabilă anului 2008.

IUA > 50% < 80% = umiditatea ideală pentru fixarea simbiotică la mazăre

Aprofundarea cercetărilor efectuate de Berca M. şi colab. (date în curs de publicare) au demonstrat că există o corelație complicată între volumul de precipitații căzut în perioada de vegetație a mazării şi cantitatea de azot fixat prin biosinteza simbiotică (figura 66). Cea mai mare cantitate de azot s-a fixat la precipitații relativ uniforme căzute şi care se situează între 150 şi 160 mm/an.

Tranşele în care cad precipitațiile n-ar trebui să depăşească 40 mm, mai ales dacă solul nu este suficient de permeabil. La precipitații care depăşesc 150 mm cantitatea de azot fixat începe să scadă abrupt, datorită inactivării nitrogenazei cauzată de excesul de ioni de hidrogen din sol. La cantități de apă sub 100 mm, cantitatea de azot fixat se reduce mult, datorită presiunii oxigenului asupra nitrogenazei şi a descompunerii ei.

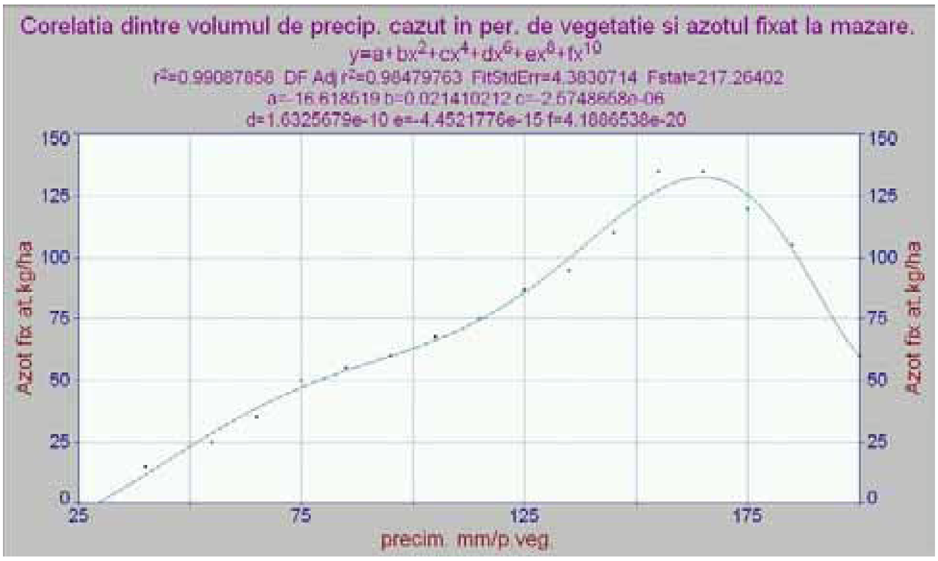


Figura 66. **Corelaţia dintre volumul de precipitaţii căzut în perioada de vegetaţie şi azotul fixat la mazăre** (original)

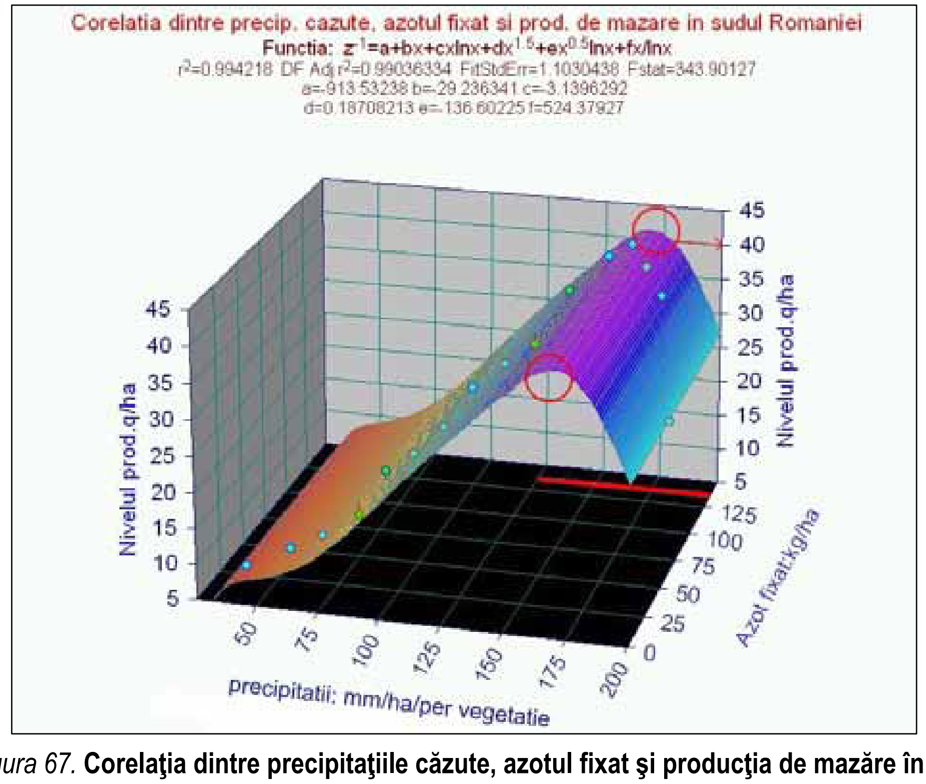


Figura 67. **Corelaţia dintre precipitaţiile căzute, azotul fixat şi producţia de mazăre în sudul României** (original)

Menționăm că această funcție este valabilă pentru soluri cernoziomice, ecologizate, fără hardpan, cu o bună constituție şi arhitectură structurală şi cu 3-4% humus.

Cantitatea de azot fixat se corelează nu numai cu cantitatea de precipitații, dar amândouă se corelează şi cu producția de mazăre. Funcția din figura 67 (3D) demonstrează că la cantități de precipitații căzute relativ uniform în perioada de vegetație, în jur de 150 ± 10%, se obține cea mai mare cantitate de azot (N > 125 kg) cât şi cea mai mare producție P > 40 q/ha.

Această diagramă serveşte şi ca model de depistare a cantităților de azot fixat, respectiv de producție obținută în funcție de volumul de precipitații căzute. Menționăm, de asemenea, că niciuna din funcțiile mai sus calculate nu mai este valabilă dacă apa în perioada de vegetație a mazării cade în mai puțin de patru tranşe.

Prezența apei în sol tamponează efectul negativ al temperaturilor ridicate şi permite derularea activității nitrogenazei. Că este aşa o demonstrează observațiile efectuate de noi în vara anului 2009, în lunca Dunării, nu departe de Giurgiu, pe un sol freatic foarte umed, aluvionar (figura 70). Deşi soia nu a fost inoculată, factorii de sol, raportul apă/aer au fost optime pentru activitatea nitrogenazei şi fixarea unei cantități de circa 180 kg N/ha (evaluări comparative).

Asemenea culturi sunt cele pe care agricultura viitorului le aşteaptă. Ele, prin azotul pe care îl aduc, substituie o cantitate imensă de nutrient fixat industrial, reduc semnificativ costurile de producție şi NU POLUEAZĂ. Sunt ideale pentru agricultura viitorului, pentru agricultura transformabilă şi transformată.

Alte culturi anuale, precum bobul sau lupinul, pe lângă efectul de fixare a azotului, estimat şi el la valori de 70-150 kg/ha, morfologia pivotantă a rădăcinii permite penetrarea în adâncime, inclusiv a unor soluri greu de străpuns, contribuind semnificativ la refacerea pe profil a fluxurilor de apă, aer, elemente nutritive şi microorganisme.

b) A doua cale de ameliorare a solului o constituie **capacitatea mare de penetrare, mai ales a rădăcinilor plantelor perene, contribuind astfel la refacerea fluxului de substanțe nutritive, apă şi microorganisme pe profilul solului, cu avantaje mari pentru asolament şi ecosistemul agricol.**

Costurile din ce în ce mai mari cerute de lucrările de afânare a solului solicită adeseori înlocuirea lor cu metode biologice. În acest sens unele leguminoase perene, printre care şi lucerna, foarte cunoscută în zonele noastre şi potrivită pentru „solă săritoare” în asolament poate avea un rol determinant.

Rădăcinile lucernei sunt pivotante şi reuşesc să străpungă, în condiții de umiditate suficientă, chiar şi straturile de sol compact, provocate de hardpan

(figurile 68-69). Rădăcinile se formează aproape în întregimea lor în primul an de vegetație, pentru ca în anul 4 să ajungă şi la 10 m adâncime.

Din cauza înrădăcinării foarte adânci ea poate avea uşor acces la apa freatică dacă nu depăşeşte 10 m adâncime. Tot din acest motiv în simbioză cu bacteria *Rhizobium meliloti,* lucerna fixează anual în medie 200 kg azot/ha pe un interval de variație de 100-400 kg/ha.

Tot din adâncime lucerna aduce spre suprafață în zona cultivată a profilului unele microelemente, cum ar fi zincul, molibdenul, fierul etc. Prin eliminarea unor acizi organici în sol lucerna sensibilizează unii fosfați chiar din rocă pe care îi foloseşte pentru uz propriu şi pe care îi lasă apoi parțial la dispoziția plantelor postmergătoare.

Pentru realizarea unei tone de substanță uscată lucerna consumă în medie:

– 25-35 kg azot
– 5 – 8 kg P_2O_5
– 15 – 20 kg potasiu
– 15 – 22 kg calcar.

Ea produce în medie 15 t fân de cea mai bună calitate, iar în condiții de irigare atât cantitatea de masă verde sau fân pot fi dublate, cât şi cantitatea de azot fixat.

Figura 68. **Plantă şi rădăcini de lucernă (foto preluat de pe internet, autor necunoscut)**

Figura 69. **Plantă de lucernă de 8 ani (foto autor). Rădăcina are dimensiuni imense şi lasă în sol orificii în diametru de până la 3-4 cm** (vezi şi figura 71)

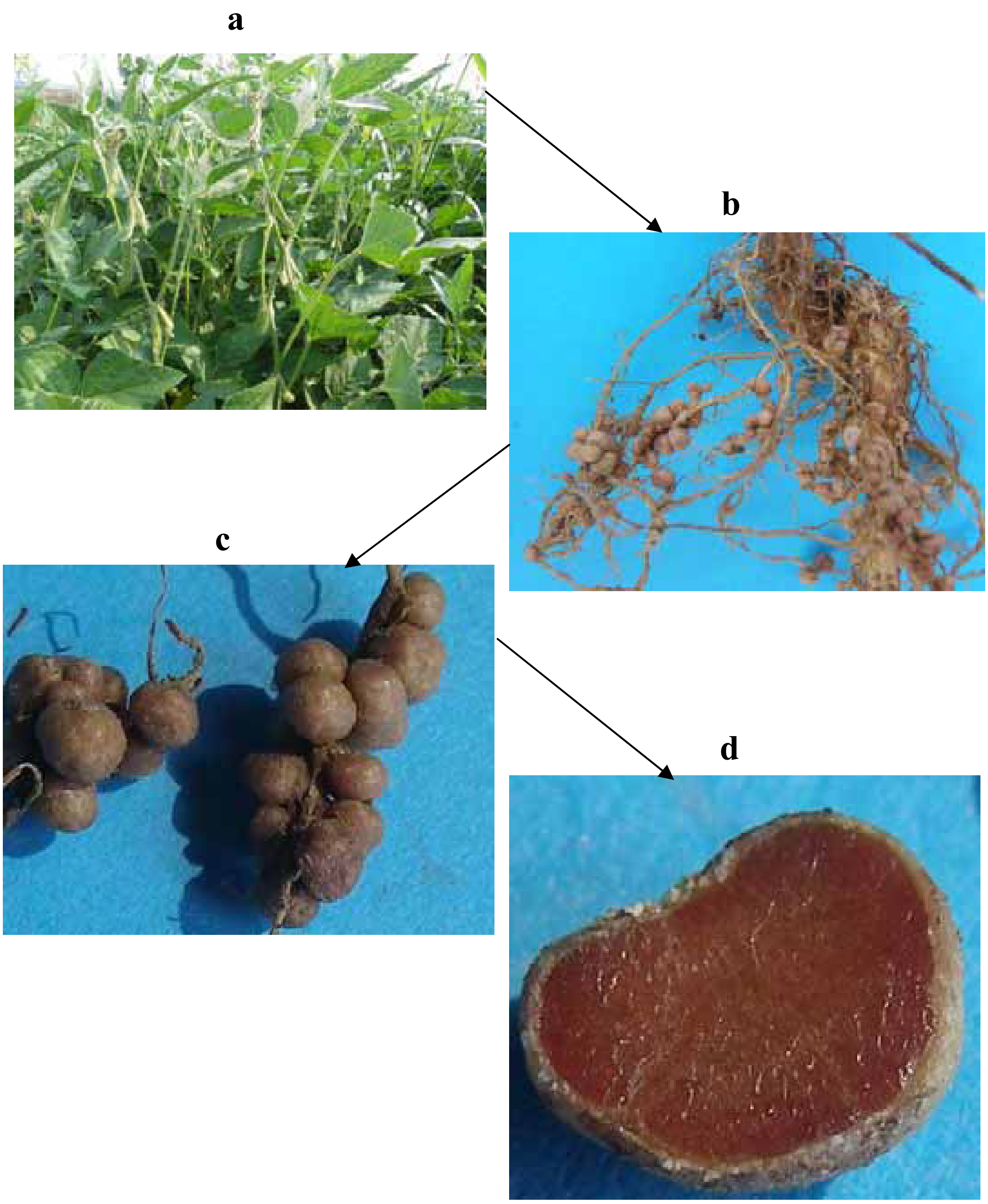


Figura 70. **Fixarea simbiotică a azotului la soia, observată în 30.07.09 în Balta Dunării** (Foto autor): a) Cultură de soia foarte viguroasă; b) Nodozităţi multiple şi viguroase pe coletul principal şi pe rădăcinile laterale; c) Nodozităţile sunt extrem de active; d) Conţin o cantitate impresionantă de leghemoglobină

Figura 71. **Aspectul rădăcinii de lucernă în vârstă de 8 ani la suprafaţa solului. Din acest coleoptil, cu diametrul de circa 6 cm, pleacă numeroase tulpini. Rădăcina este foarte adâncă, iar nodulii cu infecţia bacteriană (*R. melitoti*) se găsesc către suprafaţă. Pe rădăcină sunt prezente, de asemenea, diferite forme de micoriză care accentuează caracterul ameliorator al culturii** (Foto autor)

Helvin G. (2008) atrage atenția că lucerna este o plantă puțin utilizată în Europa în raport cu valoarea ei culturală şi economică. Ea va ocupa în Franța o suprafață de 20% în anul 2020. Este solicitată în asolamentele din zonele de protecție, de captare a apelor. În zona de captare a apelor Parisului, de exemplu, ea depăşeşte în prezent 20% din asolament şi va creşte până la cel puțin 25-30%. Acelaşi autor subliniază, de asemenea, că fără a-şi diminua valoarea economică lucerna mai constituie o excelentă plantă meliferă şi un conservant ideal al biodiversității. În culturile de lucernă s-au găsit până în 2010 diverse specii utile şi nepericuloase culturii, de la bacterii până la păsări şi mamifere. Pentru fondul zootehnic al Europei lucerna poate fi şi un excelent înlocuitor nutrițional pentru animale şi un bun supliment alimentar pentru specia umană.

În mod asemănător lucernei lucrează în asolament şi alte leguminoase perene, cum ar fi *Trifollium pratense,* cunoscut şi sub denumirea de trifoi roşu sau *Trifolium repens,* trifoi alb etc. La speciile de trifoi, infecția bacteriană în scopul fixării simbiotice a azotului este efectuată de două specii apropiate, şi anume: *R. leguminosarum* şi *Bradyrhizobium,* care s-a dovedit a fi specia predominantă în nodulii trifoiului. Trifoiul roşu rămâne în cultură 2-3 ani.

Rădăcinile trifoiului roşu sunt mult mai reduse decât ale lucernei, dar îndeplinesc funcții asemănătoare. De exemplu, rădăcina pivotantă ajunge la 1

metru, adică la baza profilului pentru solurile pe care se cultivă. Rădăcina pivot formează, de asemenea, mult mai multe rădăcini laterale (figura 72) protejând mai bine solul contra eroziunii. Înlocuieşte, de regulă, lucerna în zonele cu peste 600 mm precipitaţii. Trifoiul lasă în sol între 150 şi 200 kg/ha azot anual, fiind o excelentă amelioratoare a asolamentelor.

Figura 72. **Plantă cu rădăcini de trifoi roşu (*Trifolium pratense*)** (foto autor)

Probleme ale chimismului dintre rădăcinile leguminoaselor şi sol - joacă un rol foarte mare în asolament.

Majoritatea autorilor (Staicu, 1969, Oancea, 2002) consideră că plantele amelioratoare nu se suportă în asolament. Nu se seamănă lucernă după lucernă din cauza aşa-numitei autointoxicaţii cauzată de anumiţi compuşi organici care rămân în sol. Este foarte adevărat că după lucernă în sol s-a găsit inhibitorul β, flurizonul care ar bloca genetica unor noi infecţii. Acizii abscizic şi cinocenic pot să apară şi ei şi să blocheze germinaţia seminţelor de lucernă sau să inhibe creşterea lor. Cercetările efectuate de Tarău V. şi colab. (1967) consideră că într-adevăr unele plante, printre care se află trifoiul şi lucerna dar şi pirul, elimină în sol fitoinhibitori, de regulă de natură proteică, care se plasează pe proprietăţi alelopatice, mai ales pentru ele însele. La rândul lor, specii de *Thymus, Achillea Millefolium* şi *Poa protensis* au avut o influenţă pozitivă asupra germinaţiei şi creşterii speciei *Trifolium pratense.*

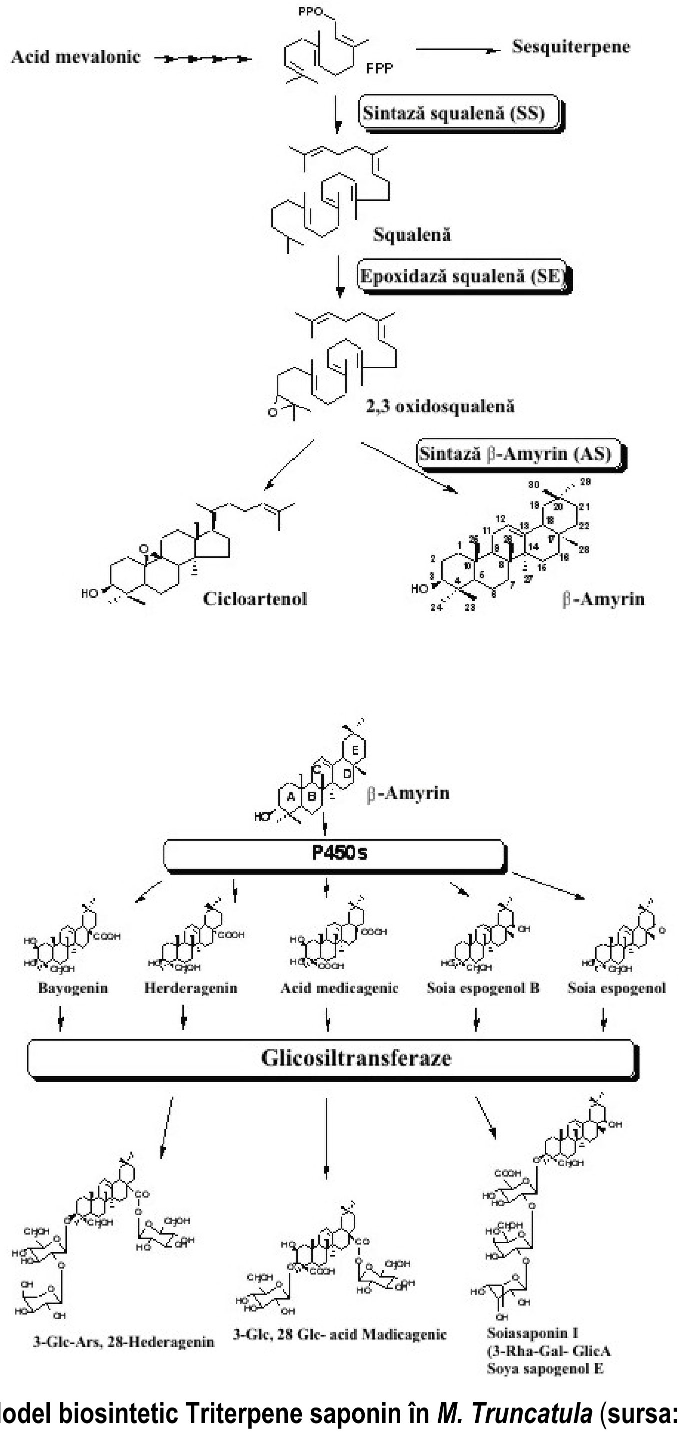


Figura 73. **Model biosintetic Triterpene saponin în *M. Truncatula*** (**sursa:** Lexicon der Biochemie)

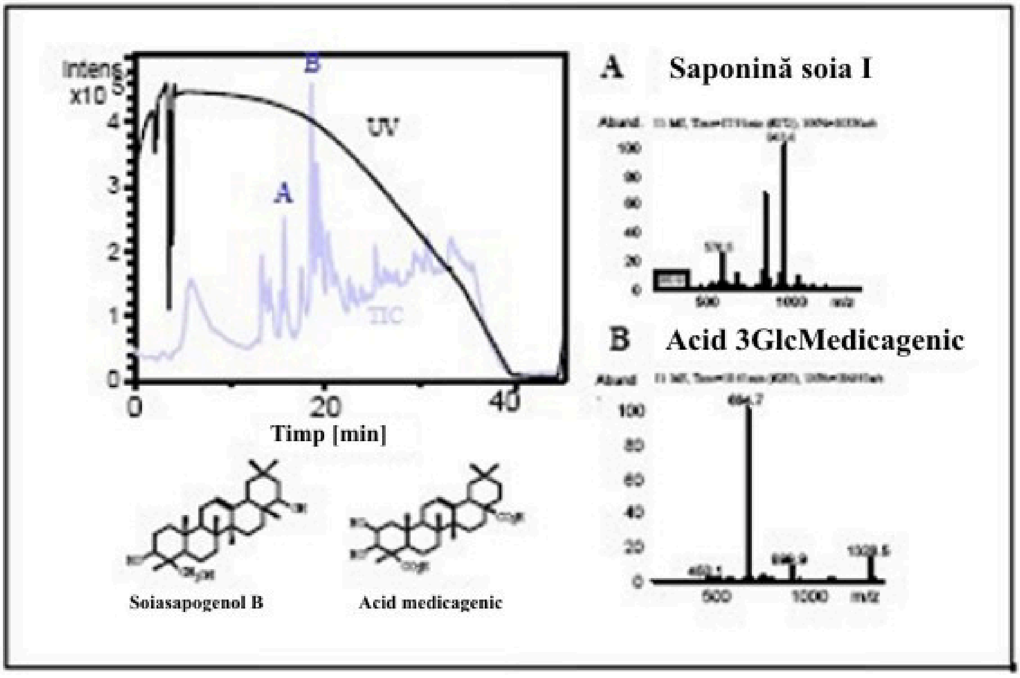


Figura 74. **Date HPLC/PDA/MS pentru un extract de saponine din rădăcină de lucernă. Comparaţia cromatogramei UV şi cromatograma ioni totali (TIC) din datele privind masa ilustrează sensibilitatea crescută a detecţiei selective a masei pentru saponine care posedă doar cromofori slabi. Spectrele masei şi structurile aglycone a două saponine comune găsite în lucernă şi *M. truncatula* sunt puse la dispoziţie pentru A) saponina I şi B) 3-acidul medicagenic-glucozic. Selectivitatea crescută a MS este realizată prin greutatea moleculară şi informaţii ale fragmentului** (**Sursa:** Xian Zhi Hen, 2007).

Din contra, extractul de sol de sub speciile de festuca şi agrostis au inhibat puternic atât trifoiul cât şi lucerna, ca şi plantele în răsărire de *Lotus cornicolatus*, o altă leguminoasă valoroasă, mai ales în culturile de pajişte.

Mayer A.M. şi colab., (1974) consideră, la rândul lor, că o serie întreagă de enzime proteolotice şi protease pot fi considerate vinovate de crearea efectului de „autointoxicare” al cultivării leguminoaselor după leguminoase.

Şi mai recent, cercetătorii polonezi Oleszek W. şi colab. (2007) de la Institutul de Ştiința solului şi culturii plantelor din Puawy, Polonia, demonstrează că acidul medicagenic glicozidic generat de rădăcinile în degradare ale lucernei are un mare efect alelopatic cu blocarea creşterii plantelor. Un efect similar, dar de dimensiuni mai mici a fost găsit şi la trifoiul roşu.

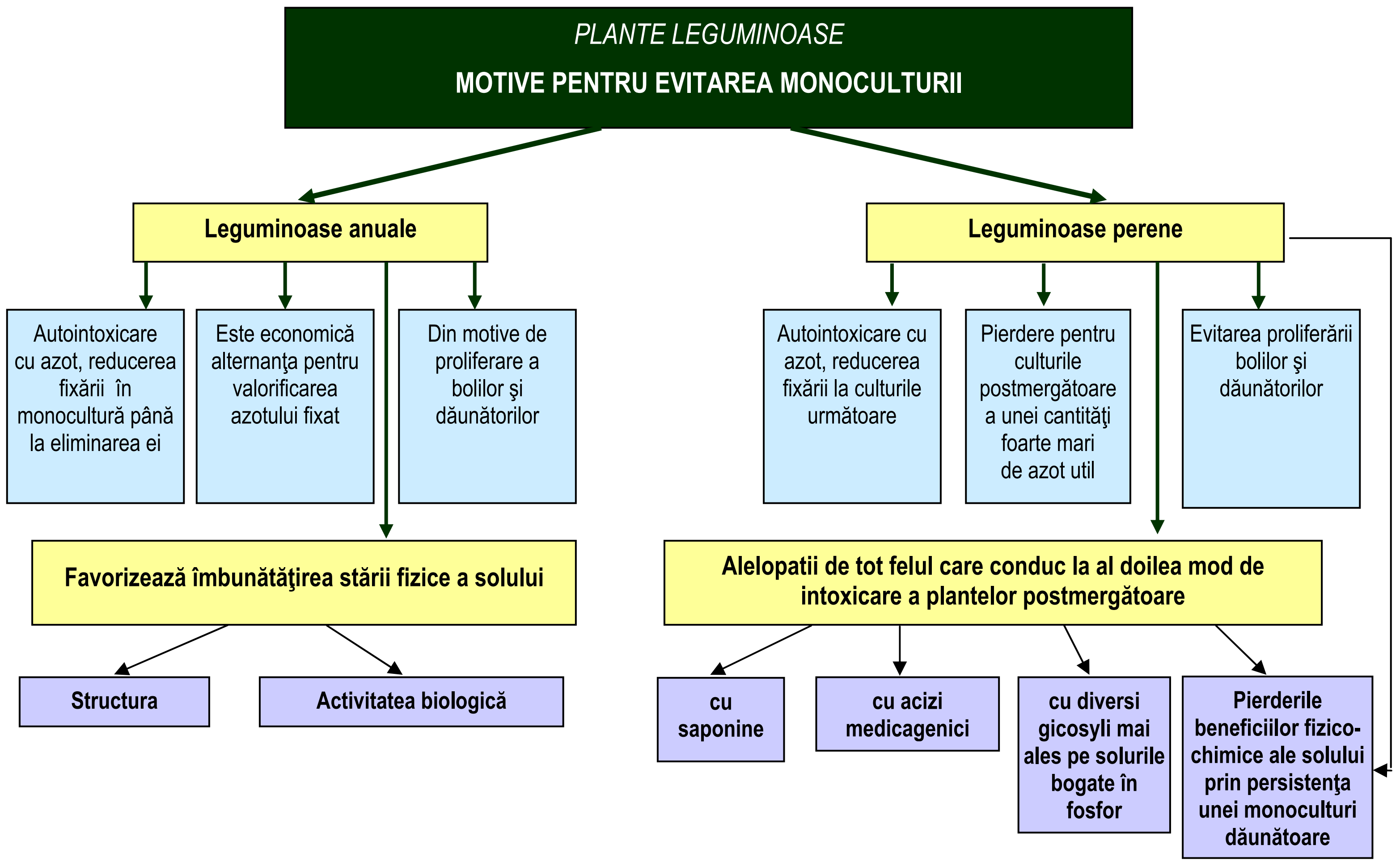


Figura 75. **Plante leguminoase – motive pentru evitarea monoculturii**

Depistarea triterpenelor saponice a acidului medicagenic se poate face acum uşor prin metoda HPLC*. Or, cercetările recente efectuate de Xian-Zhi-Hen (2007) arată că pornindu-se la simplu la compus pot fi obţinute şi găsite saponinele incriminatorii care sunt identice cu cele ale soiei. Oricum, conform autorilor citaţi fiecare leguminoasă are un profil al saponinelor specific, specifică fiind şi acţiunea lor auto-alelopatică şi alelopatică în general (figurile 74 şi 73).

În figura 75 prezentăm o schemă a cauzelor pentru care trebuie evitată neapărat monocultura plantelor leguminoase, fie anuale, fie perene.

Repetând cele trei motive pentru care plantele leguminoase anuale sau perene (solă săritoare) sunt mult mai potrivite pentru asolament decât pentru monocultură, subliniez îndeosebi un câştig foarte important de azot fixat biologic din atmosferă (în medie 100 kg/an la plantele anuale şi peste 200 kg/an/ha la plantele perene, câştig care are câteva avantaje esenţiale:

a) Nu este poluant şi vine în sol conform unui model natural şi nu la decizie antropică, cel mai adesea greşită.

b) Realizează o economie financiară importantă pentru inputuri (azot îndeosebi, dar şi Ca, P_2O_5, K_2O etc.), cu atât mai preţioasă cu cât preţurile inputurilor nutriţionale cresc de la un an la altul.

c) Realizarea unor beneficii demonstrate privind ecologizarea solurilor, descătuşarea fluxurilor pe profil, mai ales în cazul legumelor perene.

3.1. LOCUL PLANTELOR AMELIORATOARE ÎN ASOLAMENTE

Cunoscând de-acum ce sunt plantele amelioratoare şi de ce sunt amelioratoare, se cuvine să gândim şi să elaborăm unde este mai bine a fi plasate ele pentru ca efectul lor ameliorator să fie maxim. Reamintim de la început că ele însele, plantele leguminoase amelioratoare, au nevoile lor speciale atât faţă de sol, cât şi faţă de condiţiile climatice. Aceste detalii se învaţă însă la cursurile de fitotehnie din facultate. Noi vom insista asupra unora dintre ele în condiţiile de azi din România, când se practică grave erori manageriale faţă de o agricultură transformabilă spre modelele naturale.

3.1.1. Mazărea

Condiţii: Sunt preferabile ca plante premergătoare culturile care părăsesc terenul devreme şi care permit o lucrare timpurie şi corectă a solului, ţinând cont de cerinţele plantei faţă de acest lucru. Cele mai bune rezultate se

---

* High-Performance Liquid Cromatography

obțin după cereale păioase, dar şi după unele culturi prăşitoare care părăsesc terenul mai devreme şi pe care îl lasă curat de buruieni. În România timp de multe decenii mazărea a fost cultivată după porumb, floarea-soarelui, cartof şi rapiță. O analiză la nivelul țării arată următoarele:

În condiții normale de precipitații şi tehnologii:

– mazărea după grâu sau alte culturi obține o producție de 2.500 kg/ha = 100%;

– mazărea după porumb sau alte culturi obține o producție de 2350 kg/ha = 94%;

– mazărea după floarea-soarelui sau alte culturi obține o producție de 2100 kg/ha = 84%;

În condiții de umiditate redusă (ani secetoşi în toamnă şi primăvară):

– mazărea după grâu sau alte culturi obține o producție de 1.600 kg/ha = 100%;

– mazărea după porumb sau alte culturi obține o producție de 1.315 kg/ha = 82%;

– mazărea după floarea-soarelui sau alte culturi obține o producție de 920 kg/ha = 58%.

În condiții de secetă, mazărea preferă acele culturi premergătoare şi metode culturale care-i permit să dispună de mai multă apă în sol. S-a arătat anterior că, în condiții de secetă mazărea formează mai puține nodozități şi fixează mai puțin azot, adică devine mai puțin amelioratoare.

Nu se recomandă utilizarea altor premergătoare leguminoase pentru cultura de mazăre, pentru a evita riscurile excesului de azot pe de o parte, iar pe de altă parte pentru a nu perpetua boli şi dăunători comuni. Altminteri, ar fi total contraindicat să se renunțe la efectul ameliorator al mazării în asolamentele noastre.

Mazărea este o cultură ca multe altele din grupa ei care nu se autosuportă, iar în cazul repetării culturii pe aceeaşi suprafață apare rapid fenomenul de „oboseala solului”, urmare căruia observăm tulburări bruşte de creştere, absența nodozităților, lipsa fixării biosimbiotice şi înnegrirea bazei tulpinii. Excesul de apă accentuează fenomenul, iar seceta provoacă de timpuriu lipsa de înflorire şi uscarea plantelor.

Dacă acceptăm ideea că într-un asolament ecologizat prezența mazării în cultură este de dorit să ajungă până la 20-25% în absența altei amelioratoare, atunci este de preferat ca mazărea să vină pe aceeaşi suprafață după 4 ani. Ca premergătoare mazărea este foarte bună pentru multe culturi şi excelentă pentru grâu.

Conform unui grup de cercetători condus de prof. Norbert Lutke-Entrup de la Universitatea din Paderbern, mazărea ar trebui să revină în asolament

numai după 5-6 ani, invocat fiind ca motivație tot efectul de oboseală a solului (figura 76).

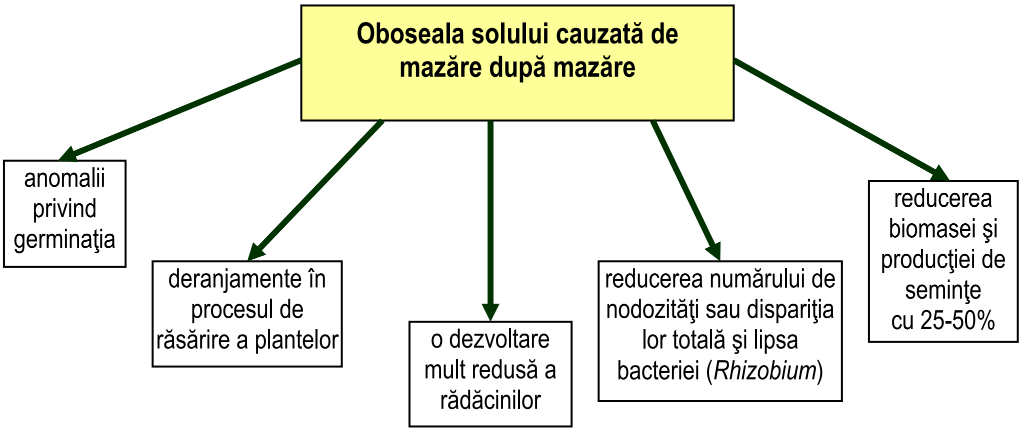


Figura 76. **Efectul cultivării mazării după mazăre, generat de fenomenul de oboseală a solului** (prelucrat după Entrup şi colab.)

Ca premergătoare pentru diferite culturi mazărea aduce următoarele performanțe comparativ cu media altor premergătoare ca: grâu, porumb, floarea-soarelui (fără azot suplimentar):

grâu	**+ 1600 kg**	**Statistică pe 20 de ani efectuată de autor.**
porumb	**+ 820 kg**	
floarea-soarelui	**+ 695 kg**	
cartof	**+ 12.000 kg**	
rapiţă	**+ 1000 kg**	

În judecarea efectului economic al mazării și al necesității de a fi cultivată, luăm în considerare următoarele:

Valoare producție = 2.500 × 1,05 lei/kg = 2.625 lei/ha
= 80 kg azot × 12,6 lei/kg s.a. = 1.008 lei /ha

Total: 3.633 lei /ha
Costuri: 8.801 lei /ha
Beneficiu brut: 2.753 lei /ha

Chiar dacă prețul de vânzare ar fi numai jumătate din cel oferit în calcule, mazărea continuă să rămână o excelentă plantă și din punct de vedere economic.

3.1.2. Repartiţia în câmp şi în asolament a efectului ameliorator al mazării şi altor leguminoase anuale

S-a arătat anterior că efectul ameliorator al mazării nu se restrânge numai la prima cultură postmergătoare, ci şi a tuturor plantelor care vin după ea în asolament. Efectul ameliorator se diminuează însă pe măsură ce culturile care urmează se îndepărtează în timp de cultura de mazăre (figura 77). În figura 77 se prezintă o viziune generată din foarte multe studii proprii, comparate cu rezultate din peste 50 cercetări privind dinamica acestui efect (simulare pe calculator).

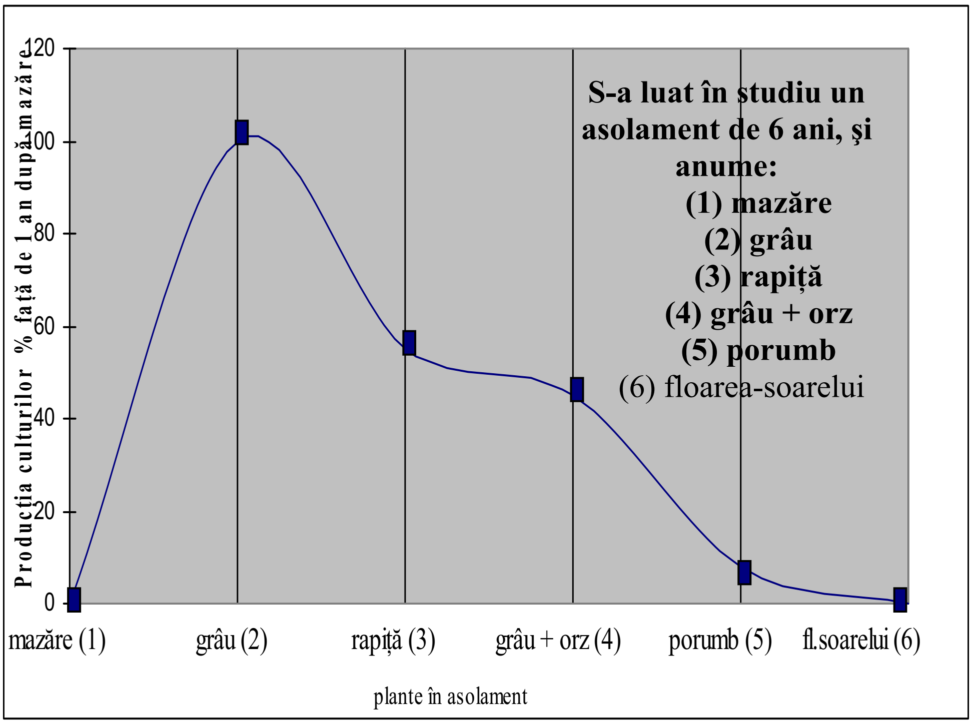


Figura 77. **Descreşterea efectului ameliorator al mazării, măsurat relativ cu productivităţile postmergătoare într-un asolament de 6 ani**

Această curbă se explică în felul următor: Prima plantă, grâul, a beneficiat după mazăre de un spor de 100% = 1600 kg/ha. Dacă rapiţa ar fi fost şi ea cultivată după mazăre ar fi obţinut + 1100 kg. Cultivată al doilea an după mazăre a mai obţinut doar 580 kg, adică puţin peste 50 %. În anul al treilea grâul şi orzul au valorificat destul de bine efectul rezidual ameliorator al mazării (640 kg/ha), circa 40%. Ultimele plante însă beneficiază foarte puţin de

acest efect. Porumbul circa 8% (circa 170 kg), iar floarea-soarelui nu mai beneficiază deloc.

Efectul economic al amelioratoarei mazăre la nivelul prețurilor anului 2009 este următorul:

1600 kg grâu	× 400 lei/t = 640 lei
580 kg rapiță	× 980 lei/t = 568 lei
640 kg grâu/orz	× 380 lei/t = 243 lei
170 kg porumb	× 350 lei/t = 60 lei
0 kg floarea-soarelui	× 650 lei/to = 0 lei

Total: 1.511 lei/ha = 302 lei/an

302 lei/an = 72 euro/ha

Cercetări efectuate în Franța (Arvalis Institut des Végétales 2008) arată că într-un asolament de trei ani (mazăre, grâu, grâu), grâul după mazăre a fost cultura cea mai productivă în toți anii experimentali.

Marja azotului anual a grâului în rotație este tot timpul superioară celei a grâului în monocultură. Cumulat pe trei ani, marja azotului rotației cu mazăre este întotdeauna superioară celei din monocultura cu grâu. Profitul suplimentar obținut la grâul după mazăre este cu cel puțin 100 euro/ha superior celui din monocultură, oricâte îngrășăminte s-ar aplica.

Judecată în felul acesta, premergătoarea mazăre, care în cadrul primului asolament studiat ocupă circa 17% din suprafață, aduce întreprinderii un spor valoric de 302 lei/ha, ceea ce la o fermă de 1000 ha ar trebui să însemne peste 300.000 lei.

Modelul mai sus prezentat este valabil pentru situațiile ideale în care restricția factorului apă nu a depășit ca risc 20%, iar celelalte elemente tehnologice au fost favorabile unui sol „ecologizat”, în sensul în care această noțiune este tratată în această lucrare.

Revenim spunând că nu trebuie uitat faptul că efectul ameliorator al mazării nu se manifestă numai prin azot fixat și pus la dispoziția asolamentului, ci prin numeroase alte efecte pozitive asupra solului pentru care subliniem: structurarea acestuia, îmbunătățirea activității biologice, reducerea îmburuienării și efectul antagonist asupra a numeroși fitofagi ai celorlalte culturi în asolament. Alegerea culturilor înseși într-un asolament ca cel prezentat mai sus se interacționează pozitiv în obținerea unui randament optim al asolamentului.

Creșterea până la 20% a mazării în asolament pe care o recomandăm fermelor cu suprafețe de până la 1000 ha, ar putea mări cu până la 10% randamentul asolamentului bazat pe leguminoase pentru boabe, plante tehnice și cereale.

3.2. ROLUL SOIEI (SOIA HISPIDA/GLYCINE MAXIME) (L. Mierr) ÎN ASOLAMENTELE CU CEREALE, PLANTE TEHNICE ŞI ULEIOASE

Spre deosebire de mazăre, care se poate dezvolta bine chiar şi în anii mai secetoşi, datorită semănatului ei mai timpuriu şi a perioadei de vegetație mai scurtă, soia venind din zone mai călduroase se seamănă mult mai târziu, plasându-se cu înfloritul şi acumularea substanțelor în boabe în perioada de plină vară, atunci când riscul de apă şi temperaturi înalte poate produce avortarea florilor. Având o rădăcină pivotantă de tipul III, soia pătrunde în profunzimea solului frecvent până la 200 cm (figura 78).

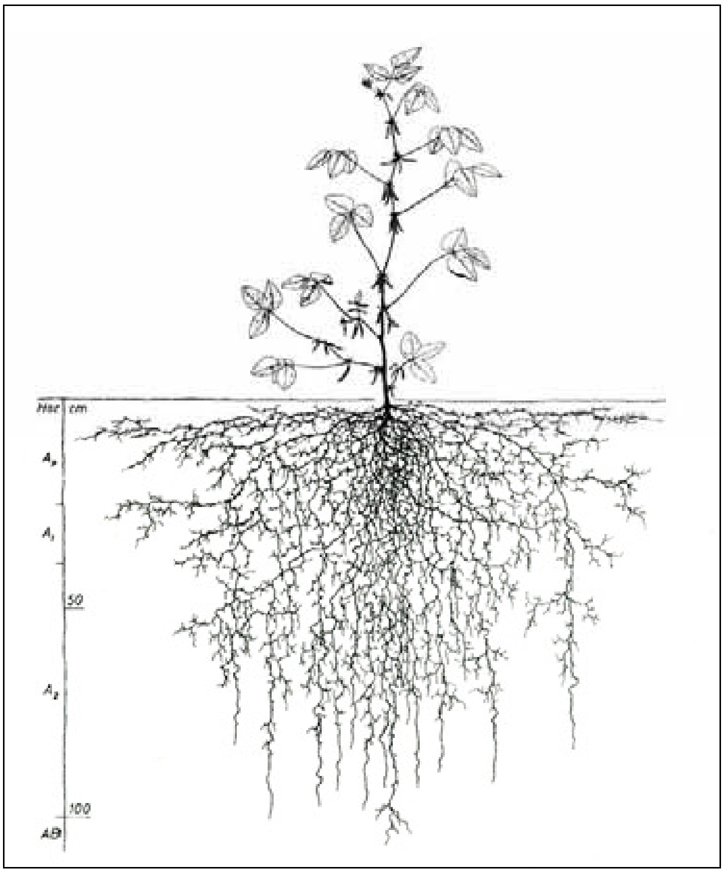


Figura 78. **Rădăcină pivotantă de tipul III la soia pe un sol brun – coluvial** (**Sursa:** Lore Kutschera şi colaboratorii, DLG 2009)

Din acest punct de vedere soia în relația cu solul penetrează mai bine şi ecologizează mai convenabil solul dacă acesta este lucrat cu scarificatorul. Rădăcinile laterale au o mare putere de agregare şi datorită unor cantități mai mari de lianți proteici pe care îi lasă în sol.

Formarea nodozităților devine vizibilă în 10-14 zile de la infecție, însă cantitatea cea mai mare de azot se realizează când acestea au ajuns la maturitate, adică cu puțin timp înainte de înflorire. Soia fixează biologic o cantitate de 100-200 kg/ha în funcție de condițiile de viață, din care 150 kg sunt consumate pentru propria ei producție (paie + boabe) (vezi şi figura 79, a).

Ca plantă amelioratoare soia este mai slabă decât mazărea, mai ales pentru cereale de toamnă, din următoarele motive:

a) Consumă o cantitate mai mare de azot fixat datorită cantităților mari de proteină din bob (până la 40%) şi a unui conținut ridicat de ulei > 20%. Pe de altă parte, paiele de soia conțin şi ele o cantitate mare de azot (până la 9%).

b) Soia se recoltează mult mai târziu decât mazărea, şi nu rămâne suficient timp pentru degradarea lor şi pentru aducerea azotului în circuitul sol – plantă.

c) Lucrările solului după soia se fac mai greu, mai ales din cauza îmburuienării târzii a culturii şi solului.

(a) Aspect al culturii în câmp

(b) Nodozități pe rădăcina principală şi pe cele laterale

(c) Secţiune prin nodul mărită de 20 de ori. Se observă leghemoglobina

(d) Păstăi în formare

(e) Boabele de soia în formare şi acumulare.

Figura 79. **Cultura de soia în Lunca Dunării în curs de fructificare (a) (foto autor). Evoluţia nodozităţilor (b), a leghemoglobinei (c), a păstăilor (d) şi a boabelor în formare (e)** (Foto autor 7 iulie 2009). **Această cultură a fixat circa 160 kg azot, iar din cauza secetei din august a realizat numai 1500 kg boabe şi a consumat circa 100 kg azot/ha. Restul a rămas în sol pentru culturile următoare**

d) Rămâne puţin timp pentru aşezarea solului şi pentru buna pregătire a patului germinativ.

e) Dacă cultura de soia a fost tratată cu trifluralin şi clima a fost mai uscată, există pericolul unei fitotoxicităţi reziduale de dimensiuni uşor spre mediu (-10-15%) la producţia de grâu care urmează.

Cu toate aceste dezavantaje, soia rămâne o bună premergătoare pentru grâu şi o foarte bună premergătoare pentru culturile de primăvară.

Soia rămâne însă o bună plantă premergătoare, mai ales pentru culturile ce se seamănă în primăvară (orzoaică, porumb, cartof, floarea-soarelui, sfeclă etc.).

Repetăm informaţiile venite de la cercetătorii din America de Sud cum că în condiţii de stres cauzat de apă, ca şi în condiţii de aplicare a îngrăşămintelor cu azot, soia se transformă dintr-o plantă premergătoare foarte bună sau bună într-una modestă sau proastă (Ramos Maria şi colab., 2003, Thomas Andrei Luis şi colab., 2005).

Spre deosebire de mazăre, care în niciun fel nu se suportă în monocultură, soia poate fi cultivată doi sau trei ani după ea însăşi. Fenomenul este prezent frecvent pe marile întinderi agrare din Brazilia şi Argentina, dar şi în cordonul porumbului şi soiei din America (Entrup M.L. şi colab., 2000).

Studiile numeroşilor cercetători din America de Sud (Pulppke G.S. şi colab., 1998, Korber, Marcia de Vargos şi colab, 2004, Thomas Andrei Luis şi colab., 2005 şi alţii) consideră că încă din al doilea an de monocultură de soia procesul de nodulaţie şi fixare simbiotică se reduce semnificativ (peste 50%), agricultorii fiind obligaţi să recurgă la îngrăşăminte azotoase pentru menţinerea nivelului recoltei.

În viziunea noastră, aplicarea azotului la soia denotă o defectuoasă cunoaştere a relaţiilor între plantă şi sol, îndeosebi între plantă şi microorganismele din sol, conducând la un management defectuos al fermei, la pierderi importante de inputuri naturale. Pe de altă parte, monocultura contribuie esenţial la înmulţirea nematozilor specifici, cum ar fi *Meliodogyne incognito*, care se instalează pe rădăcini, colonizează solul şi pot fi uşor transmişi şi către alte culturi cum ar fi porumbul, grâul, bumbacul, sfecla, legumele şi altele. Acesta este unul dintre principalele motive pentru care soia nu trebuie să fie cultivată în monocultură.

Locul soiei în asolament. Deşi se afirmă că soia poate fi cultivată în asolament, sinteza pe 20 de ani a numeroaselor cercetări ne convinge că, la fel

ca şi alte culturi, soia se simte bine în România într-un asolament specific (figura 80).

Soia este o bună plantă premergătoare pentru porumb. Ea lasă solul într-o bună stare culturală, structurat şi cu o rezervă de azot în sol de 50-60 kg s.a. După soia bine întreţinută porumbul poate fi cultivat direct după o lucrare cu tigerul în toamnă la 20-30 cm (deci fără plug) şi o lucrare tot cu tigerul în primăvară, la adâncimea de încorporare a seminţelor de porumb.

În asolamentul 1 (5 ani) din figura 80 soia ca plantă amelioratoare transmite circa 60% din efectul ameliorator porumbului, 30% către floarea-soarelui şi, de regulă, maximum 10% către grâu. În condiţii de secetă acest efect nu se mai regăseşte la grâu. De fapt, punctul critic al acestui asolament este între floarea-soarelui şi grâu, floarea-soarelui mai ales în condiţii de secetă fiind o proastă premergătoare pentru grâu.

Mai reţinem şi faptul că rapiţa nu mai primeşte nimic din efectul binefăcător al soiei în cadrul asolamentului. În concluzie, efectul ameliorator al soiei în asolamentul de 6 ani poate fi cuantificat astfel:

Porumb (1) → + 630 kg/ha → 56,7 Euro/ha	882 + kg porumb după soia
Floarea-soarelui (2) → 240 kg/ha → 55,2 Euro/ha	384 + kg floarea-soarelui după soia
Grâu (3) → 105 kg/ha → 11,0 Euro/ha	1050 + kg grâu după soia
Rapiţă (4) → 0 kg → 0	490 + kg rapiţă după soia

Total: 122,9 Euro/ha
Media/an/ha = 30,72

Prin comparaţie cu mazărea, rezultă că efectul ameliorator al soiei este de 2,3 ori mai mic pentru asolamentele potrivite Câmpiei Române, în condiţiile în care restricţia generată de factorii climatici, şi îndeosebi de factorul apă se situează în jur de 40%.

Al doilea asolament, mai scurt, se potriveşte mai bine soiei ca plantă amelioratoare, în sensul că fiecare din cele trei postmergătoare primeşte câte o porţie din efectul ameliorator al leguminoasei, şi anume:

Grâu (1) + 1050 kg/ha → 110,2 Euro
Rapiţă (2) + 250 kg/ha → 77,5 Euro
Porumb (3) + 132 kg/ha → 11,9 Euro

Total = 199,6 = 66,5 Euro/an

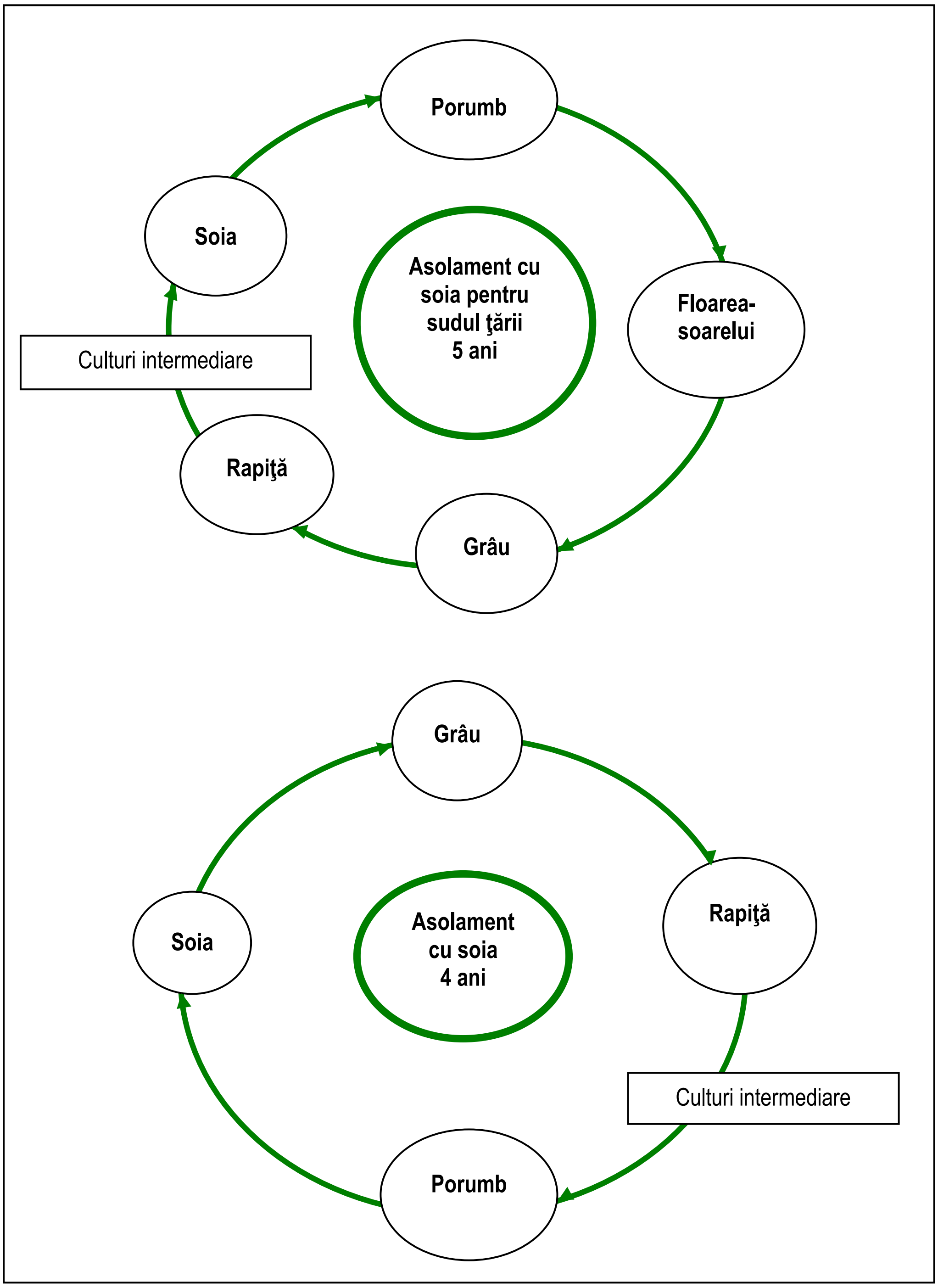


Figura 80. **Două modele de asolament, îndeosebi pentru sudul României**

Asolamentul semiscurt cu soia (4 ani) primeşte de la planta leguminoasă un efect de stimulare a valorii producției/ha de peste două ori mai mare decât în cazul asolamentului de 5 ani. Considerăm că la pragul critic de manifestare şi acțiune a factorilor climatici, plecarea florii-soarelui din asolament, cultură extrem de mare consumatoare de apă, induce un efect favorabil pentru celelalte culturi, mai potrivite acestui gen de asolament (vezi şi figura 81).

Figura 81. **Cultura de grâu din soiul Josef la Modelu, Călăraşi după floarea-soarelui** – stânga, **şi după rapiță** – dreapta

În anul 2009, extrem de secetos la stațiunea Modelu aparținând Probsdorfer Saatzucht, soiul de grâu Josef după rapiță a obținut cu 830 kg/ha mai mult, în aceleaşi condiții de agrotehnică şi nutriție.

Problema principală a culturii soiei în România pare a fi mai degrabă riscul față de factorul apă decât asolamentul. Cercetările efectuate în perioada 2002 – 2004 au arătat că soia transgenică RR s-a dovedit o plantă premergătoare mai bună decât soia clasică în primul rând din cauza îmburuienării mai reduse din asolament, iar în al doilea rând din cauza numărului mai mic de treceri pe sol, adică a tasărilor mai reduse şi a unui raport între apă/aer în sol mai convenabil plantelor.

3.3. ROLUL CULTURILOR INTERMEDIARE ÎN ASOLAMENTELE MODERNE

Definiție. Prin **culturi intermediare** înțelegem pe acelea care într-un asolament urmează după o cultură principală, cu recoltare timpurie (orz, grâu, rapiță şi altele). Cultura intermediară poate fi folosită pentru obținerea de biomasă destinată furajării animalelor sau obținerii de energie. În conceptul nostru, al transformării agriculturii spre una intensivă, dar şi ecologizată, culturile intermediare sunt destinate cu deosebire obținerii unui sistem biologic cu funcții de protejare a solului, de îmbogățire a lui în elemente nutritive, de readucere a CO_2 în sol şi pe sol, de obținere a unor facilități fizice şi biologice în stratul arabil şi subarabil al aceluiaşi sol.

Am arătat deja că principiul de bază al conservării solurilor în noul sistem de agricultură este „permanenta acoperire cu vegetație a solului". Aceasta înseamnă o permanentă conexiune între plante, sol, climă şi soare, cu o permanentă acumulare de biomasă care serveşte îmbogățirii în azot şi carbon a solului, premiza pentru reconstrucția şi dezvoltarea acestora (sistem CICM)*.

În afară de scopul pragmatic prezentat mai sus, culturile intermediare îndeplinesc următoarele funcții:

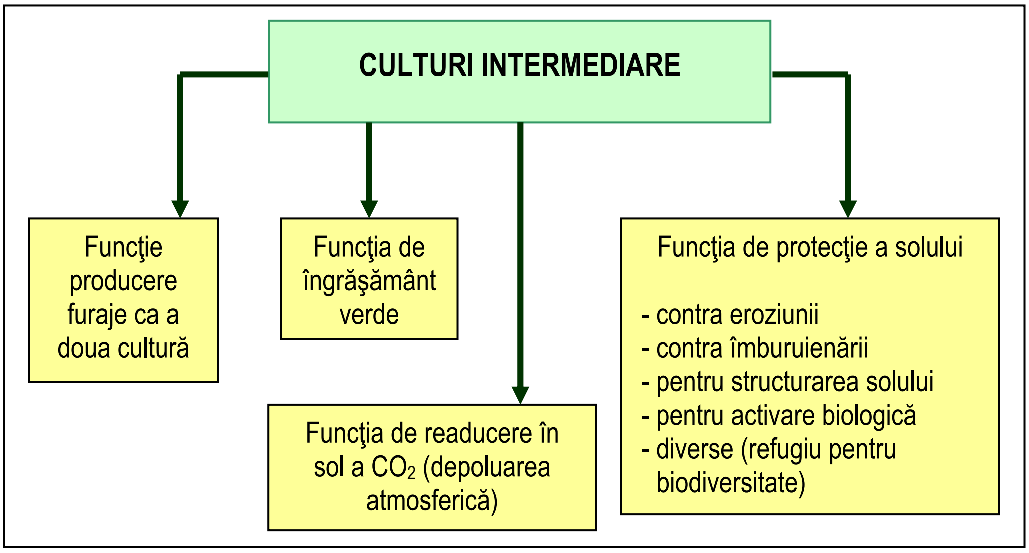


Figura 82. **Funcţiile culturilor intermediare**

---

* Centru de Informare Cercetări Mediu

Funcția de furaj sau a doua cultură: Este cunoscută de mai multă vreme şi a fost utilizată la început ca funcție exclusiv economică, generată de necesitatea obținerii unor recolte mai mari pe aceeaşi suprafață. În acest scop culturile intermediare au fost de două categorii: culturi intermediare pentru boabe (hibrizi timpurii de porumb după orz sau rapiță destinate boabelor sau silozului) şi ca îngrăşământ verde.

Un asemenea sistem de cultură s-a dezvoltat în sistem irigat şi, exact din acest motiv a condus, îndeosebi în România, la degradarea solurilor, prin exploatarea lor intensivă în care nutriția plantelor s-a realizat aproape exclusiv pe rezerva solului, iar însuşirile fizice au fost degradate fie de către sistemul de irigație defectuos şi primitiv, fie datorită tasării solului. Sistemul „a doua cultură" în România a avut următoarele dezavantaje (figura 84):

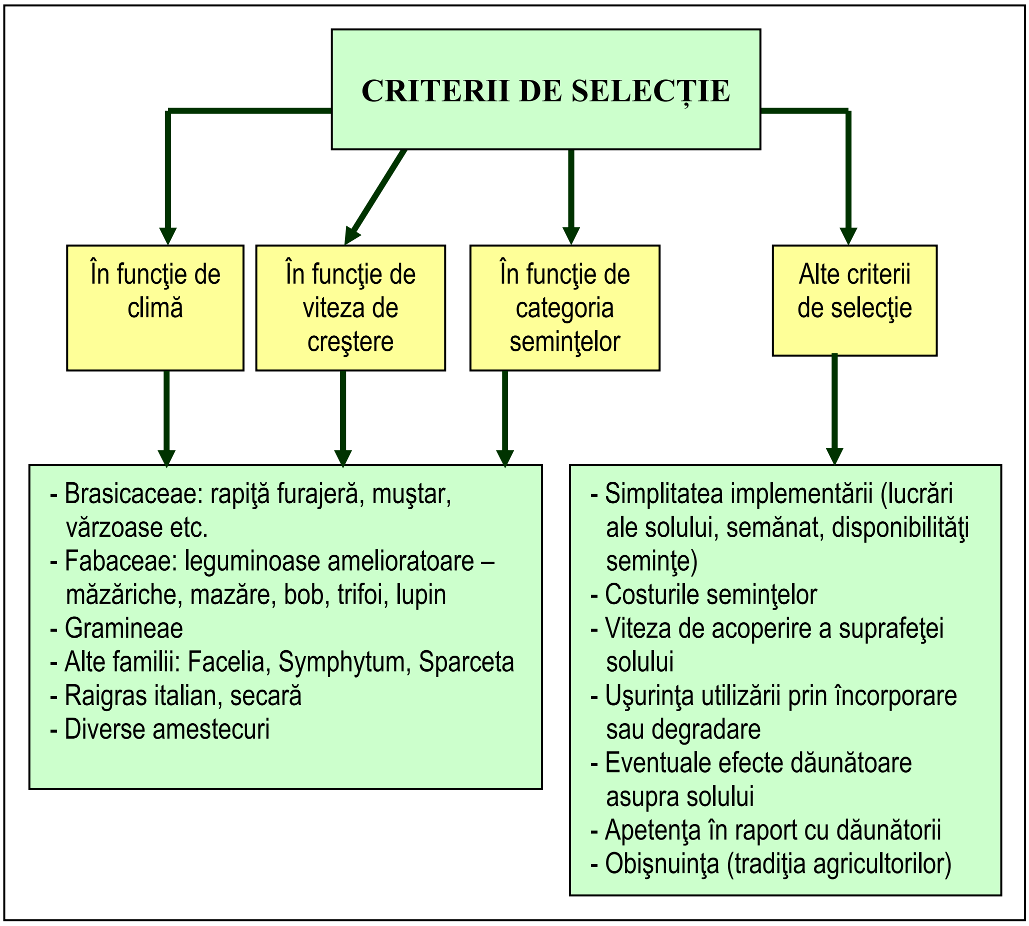


Figura 83. **Criteriile de selecţie a culturilor intermediare în România** (original)

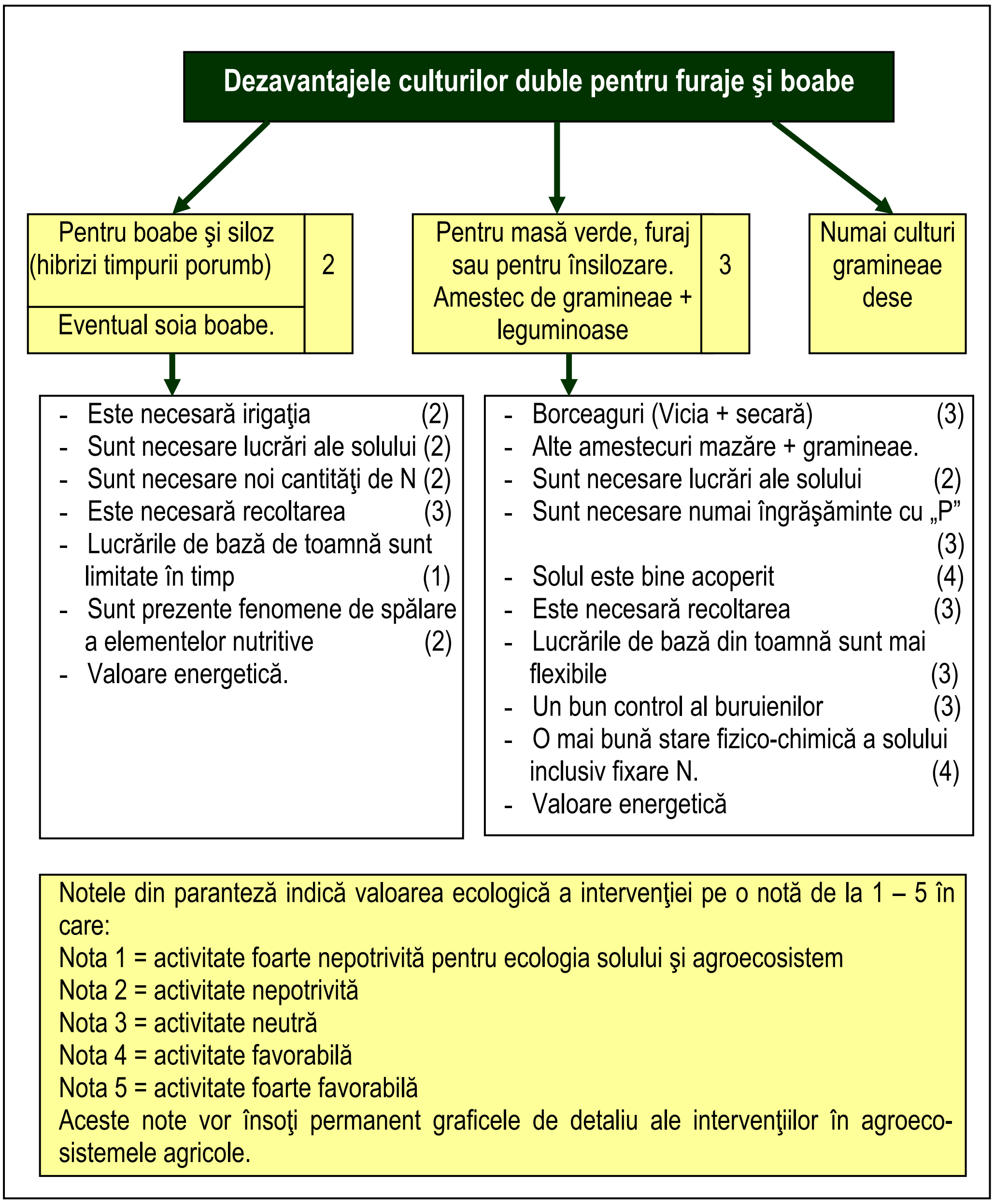


Figura 84. **Culturile duble cu scop exclusiv comercial degradează solul şi ecosistemul**

Figura 85 ne arată foarte clar că pentru starea ecologică a solului culturile dese formate din amestecuri de gramineae şi leguminoase sunt mult mai potrivite decât cele alcătuite din plante prăşitoare. Foarte dăunător este

porumbul ca a doua cultură, mai ales în condiţiile din România, unde irigaţia este absolut necesară. Efectul ecologic al borceagurilor furajere este cu 20% mai mare decât al prăşitoarelor ca a doua cultură.

Borceag

porumb, a doua cultură

Figura 85. **Borceagul este o plantă intermediară mult superioară porumbului**

3.3.1. Funcţia de îngrăşământ verde

În această situaţie culturile intermediare sau amestecurile dintre ele servesc exclusiv unui sistem special de îngrăşare a solului. Funcţiile acestui sistem sunt prezentate în figura 86.

Funcţia de îngrăşământ verde nu permite utilizarea culturilor în scopuri economice (furajere). Folosirea culturilor intermediare ca îngrăşământ verde nu permite în niciun caz utilizarea acestora în furajarea animalelor. Utilizarea biomasei rezultate: există două variante de utilizare a lor, şi anume:

(1) Toamna târziu se taie biomasa, se toacă şi se încorporează în sol.

Până în anii 2000-2001 încorporarea se făcea cu plugul, în care caz cea mai mare cantitate de biomasă se plasa la adâncime, pierzându-se efectul ameliorator în stratul de suprafaţă.

După anul 2005 în special, încorporarea se face, de regulă, după tăierea biomasei cu un combinator complex tip tiger sau gruber care permite o încorporare sistematică şi uniformă pe adâncime, uneori până la 30 cm. Avantajul acestei încorporări este acela al unei uniforme dezvoltări biofizice a întregului strat arabil. Pe de altă parte, rădăcinile pivotante ale unor culturi precum rapiţa, varza, facelia etc., prin degradarea post-tăiere lasă în sol un orificiu de drenaj către profunzime prin care apa se poate conserva către

adâncime, iar biomasa solului tinde spre o penetrare în profunzime datorită îmbunătăţirii raportului apă/aer şi, în general, a întregii arhitecturi a solului.

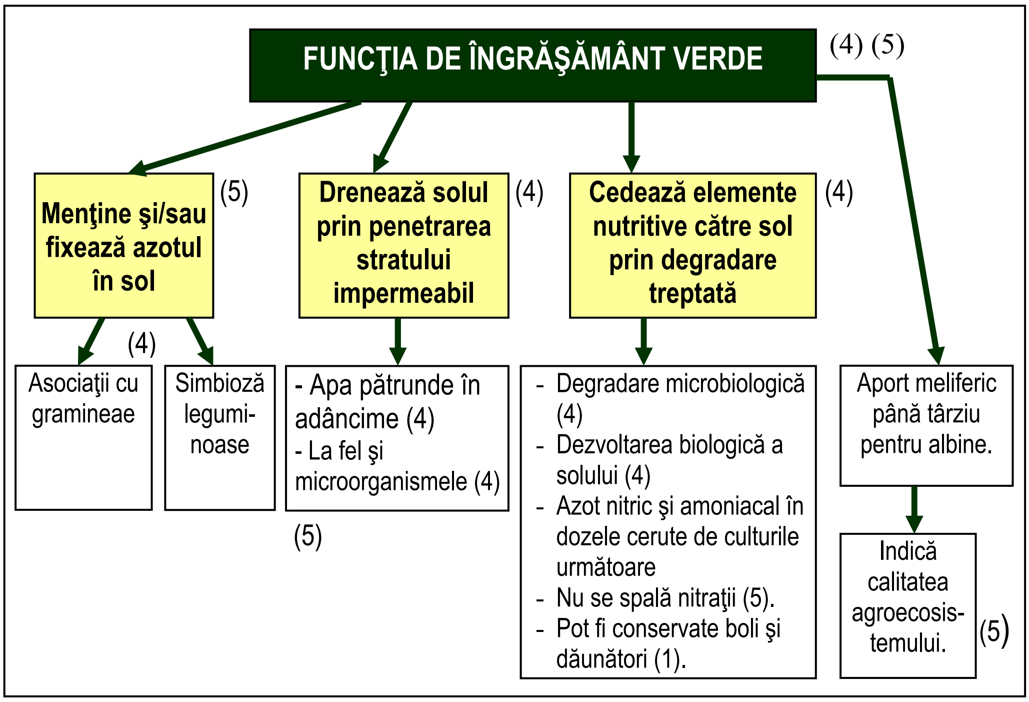


Figura 86. **Detalii asupra funcţiei de îngrăşământ verde a culturilor intermediare şi impactul în funcţia ecologică**

(2) Biomasa obţinută de la plantele intermediare cultivate nu este tăiată, este lăsată ca mulci la suprafaţa solului, în care caz avem de-a face cu un mulci bioactiv (Oancea C. şi colab.) Degradarea bioactivă a muciului nu se face peste iarnă din cauza activităţilor biologice extrem de reduse. În primăvară, cultura de bază se seamănă direct în mulciul bioactiv. Acesta, prin degradare, începând cu temperatura de 4°C pune la dispoziţia culturii de bază elementele nutritive necesare. Până în momentul degradării definitive mulciul joacă un rol important în împiedicarea răsăririi buruienilor şi în conservarea apei, prin împiedicarea evaporaţiei la suprafaţa solului. Către jumătatea verii mulciul este deja degradat şi intrat în circuitul de substanţe permanent prezent între plante-sol – subsol şi atmosferă.

Printre dezavantajele acestui sistem putem enumera posibilitatea conservării unor boli şi dăunători ca şi a şoarecilor de câmp.

În tabelul 6 vă prezentăm câteva specii destinate culturilor intermediare precum şi ţările în care ele se găsesc cu dominanţă.

Tabelul 6

Plantele cele mai răspândite în Europa pentru culturi intermediare şi amestecuri

Nr. crt.	Specia	Rapiditate instalare în teren	Dezvoltarea radiculară efect asupra structurii solului şi a fertilităţii	Biomasa vegetală pe suprafaţă	Calităţi apicole (melifere)	Lupta contra levigării nitraţilor	Lupta contra nematozilor	Fixare azot	Ţările cultivatoare
1.	Varză	xxx	xxx	xx	x	xx	x	-	Franţa, Germania, Austria, fără Europa de Est
2.	Muştar	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	xx	-	Idem, + Ungaria şi Polonia
3.	Napi	xxx	xx	xx	x	xx	-	-	Franţa, Olanda, Belgia
4.	Rapiţă	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	x	-	Toată Europa, fără România şi Bulgaria
5.	Hrişcă	xxx	xx	xx	xxx	xx	-	-	Germania, Austria şi Franţa
6.	Ridichi speciale	xxx	xx	xx	xx	xx	xxx	-	Idem
7.	Măzăriche	xx	x	xx	x	-	-	xxx	Toate ţările, mai puţin România şi Bulgaria
8.	Raigras + alte gramineae	xx	xx	xxx	x	xx	-	x	Ţările din UE 15
9.	Trifoi roşu	x	xx	xxx	x	-	-	xxx	Toate ţările, mai puţin România şi Bulgaria

Nr. crt.	Specia	Rapiditate instalare în teren	Dezvoltarea radiculară efect asupra structurii solului şi a fertilităţii	Biomasa vegetală pe suprafaţă	Calităţi apicole (melifere)	Lupta contra levigării nitraţilor	Lupta contra nematozilor	Fixare azot	Ţările cultivatoare
10.	Trifoi alb	x	xx	xx	x	xx	-	xxx	Idem
11.	Sulfină	x	xx	xxx	xxx	-	-	xxx	Toate ţările
12.	Facelia	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	xx	-	Toate ţările
13.	Secară	xx	xx	xx	x	xxx	-	x	Toate ţările
14.	Ovăz	xx	xx	xx	x	xx	-	x	Franţa, Germania şi Estul Europei
15.	Mazăre	xx	xx	xx	x	-	-	xxx	Toate ţările
16.	Lupinul	xx	xxx	xxx	x	-	-	xxx	Ţările din centrul şi nordul Europei
17.	Bobul	xx	xxx	xxx	x	-	-	xxx	Centrul şi nordul Europei.
18.	Camelina	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	-	-	Austria + Germania.

xxx = foarte bine
xx = bine
x = slab

Figura 87. **Facelia este o excelentă cultură intermediară care oferă cei mai buni indicatori evaluaţi în sistemul de culturi intermediare** (foto autor)

Figura 88. **Flori de Facelia** (foto autor)

Figura 89. ***Phacelia viscida*** **– o excelentă plantă meliferă, dar şi ornamentală, înfrumuseţând locurile unde este semănată** (foto autor)

Figura 90. **Bobul oferă o masă vegetativă extrem de bogată, fixează azotul şi structurează cu succes solul** (foto autor)

Deşi este o cultură nouă venită printre culturile intermediare consacrate, această frumoasă plantă care atinge înălţimi de 80-100 cm îndeplineşte o serie de funcţii, şi anume:

- o funcţie de îndepărtare a nematozilor datorită unor substanţe tip insecticide elaborate de rădăcini.
- Fixarea azotului nitric la nivelul rădăcinilor datorită densităţii mari a acestora.
- Combaterea buruienilor prin înăbuşirea lor rapidă este foarte eficace şi împotriva pirului.
- Funcţia meliferă cu flori bleu atrăgătoare (vezi şi figura 89).
- Funcţia de ameliorare a solului şi îndeosebi a formării structurii datorită unui sistem radicular dens şi fin, ce elimină în sol în permanenţă substanţe organice liante.
- Este rezistentă la paraziţi şi nu necesită întreţineri speciale.

Toate culturile intermediare au nevoie de apă. Uneori aceasta nu este în cantităţi suficiente, mai ales în ţări ca România, şi mai ales în sudul ţării. Acesta nu este un motiv să nu semănăm culturile intermediare. Orice oportunitate privind umiditatea solului şi a aerului trebuie folosite în vederea reconstrucţiei ecologice ale celor peste 5 milioane soluri degradate din zona agricolă românească.

Figura 91. **Raigras (*Lolium sp.*) cultivat în vară ca plantă intermediară**
(Sursă: anonim internet)

Sistemele de culturi intermediare care se folosesc astăzi în Europa sunt orientate pe trei direcţii, şi anume:

1) Amestecuri pentru fixarea şi conservarea azotului – în acest sens sunt folosite:

a) 50% trifoi încarnat, 20% măzăriche, 20% ovăz;
b) 30% facelia, 20% ovăz, 50% trifoi Alexander;
c) mazăre 50%, ovăz 50% (borceag) – folosită şi în România;
d) măzăriche 30%, mazăre 20%, orz 50%;
e) măzăriche 50%, camelina 50% – amestec propus şi pentru România în anii viitori.

2) Amestecuri destinate drenării în profunzime, acoperirii solului, şi pentru albinărit:

a) facelia 60%, trifoi încarnat 30%, sulfină 20%;
b) facelia 60%, măzăriche 30%, camelina 20%;
c) rapiţă 60%, trifoi încarnat 30%, sulfina 20% şi altele.

Figura 92. **Amestec de camelină cu bob mare. Este un excelent amestec pentru conservarea azotului şi a fixării lui** (foto autor)

3) Diverse amestecuri cu caracter mixt, precum:

a) muştar + măzăriche 50% + 50%;
b) măzăriche de iarnă + secară 50 + 50% serveşte ca mulci bioactiv;
c) Raigras + trifoi încarnat, şi multe altele.

3.3.2. Înfiinţarea şi întreţinerea culturilor

De cele mai multe ori culturile intermediare se amplasează după culturi timpurii ca orzul, mazărea, rapiţa şi chiar soiurile timpurii de grâu.

Figura 93. **Semănatul direct în mirişte**
Este vorba de muştar în miriştea de grâu(sus) şi trifoi încarnat în miriştea de grâu (jos). Este necesar pentru obţinerea unei cantităţi bune de biomasă să existe circa 3 luni de vegetaţie între semănat şi primul îngheţ dacă nu ne situăm în poziţia de mulci de iarnă. Acest procedeu este foarte apreciat astăzi, atât de cercetare cât şi de practică. Fotografii după Guetler GmbH (www.guetler.de/uni2)

Semănat direct în mirişte | Gruber + semănat

Figura 94. Sus: **Diferenţa dintre muştarul semănat direct în mirişte** (stânga) **şi cel după lucrarea cu gruberul** (dreapta). Jos: Dreapta: **Semănat direct în mirişte** (stânga), **gruber adânc** (mijloc) **şi gruber superficial** (dreapta).

Solul se lucrează superficial cu un cultivator sau un tiger şi se seamănă conform tehnologiilor specifice. Se seamănă de regulă după o ploaie de 10 mm sau o irigare uşoară.

Numeroase experimente efectuate în spaţiul german (Guetler 2001) arată că aproape toate culturile intermediare pot fi semănate cu maşini specializate, direct în miriştea diverselor culturi (figura 95).

Figura 95. **Maşină de semănat**

Toate celelalte sisteme de lucrări ale solului şi semănat, conform aceluiaşi autor şi confirmate şi de observaţiile noastre nu au dus la rezultate mai bune (vezi tabelul 7 şi figura 96).

Tabelul 7

Procentul de substanţă uscată şi cantitatea de substanţă uscată obţinută la muştar semănat în diferite sisteme de lucrări şi semănat
(Guetler, 2009)

Nr. crt.	Sistemul de lucru	Cultură interme-diară	Moment semănat	Raport masă/plantă			% s.u.	total s.u./ha
				rădăcină	tulpină	frunze		
1	Semănat direct în mirişte cu semănătoarea UD	muştar	15.08	28	45	27	21	36,8
2	Gruber + cilindru rotativ cu KE (20 cm)	muştar	22.08	35	36	29	12	18,8
3	Gruber superficial + MD direct semănat	muştar	22.08	36	41	23	13	25,0

Din acest tabel este de reținut faptul că semănatul direct în miriște a permis intrarea imediat după recoltare a mașinii de semănat în timp ce pentru pregătirea solului cu gruberul a fost necesară în plus o săptămână. Aceasta conduce în varianta 1 să se obțină la sfârșitul perioadei de vegetație plante mai mature cu un procent mai ridicat de s.u. (vezi și figura 73). Putem spune că resursa căldură și lumină a fost insuficient folosită în variantele 2 și 3.

Figura 96. **Cultură intermediară de mazăre, tip samulastră, la Alexandria, 2009**
(1) Vedere în câmp. (2) Planta la data de 26.08. Se ajunsese la formarea păstăilor. (3) Pe rădăcinile de mazăre nu s-au format nodozități, urmare a efectului mazăre după mazăre, și deci nu s-a fixat azot (Foto autor, 26.08.2009)

Rezultatele obținute cu Facelia au demonstrat că, fie şi atunci când se seamănă după grâu (7.08) s-a putut obține o masă uscată de aproape 3,8 t/ha, mai mult ca la muştar, 3,5, respectiv 3,6 t/ha, lucrat cu cele două adâncimi ale gruberului. Facelia reacționează, de asemenea, foarte bine la semănatul în mirişte.

Există şi situații în care la unele culturi, cum este mazărea, în anii secetoşi nu pot fi recoltate toate păstăile şi o cantitate mare de semințe rămâne pe sol. În asemenea situații şi pentru o economie maximă de resurse se recomandă o lucrare superficială cu tigerul. O ploaie căzută la timp, în 2009, pe terasa Burnasului, Teleorman, a condus la obținerea unei biomase de mazăre de circa 2,4 t/ha (vezi şi figura 96). În acest caz însă, fiind vorba de mazăre după mazăre fixarea simbiotică a azotului a fost foarte mică. Totuşi, samulastra de mazăre a reținut azotul de la prima cultură şi l-a imobilizat, punându-l treptat la dispoziția culturii de grâu de sămânță care a urmat.

3.3.3. Câteva culturi intermediare şi însuşirile lor amelioratoare

Problema utilizării culturilor intermediare (a doua cultură) ca posibilități de ameliorare a solului este încă suficient de nouă, şi deci insuficient studiată.

Până în prezent, cultura a doua, mai ales în România, a fost utilizată în special pentru furajare, iar în cazul soiei şi porumbului în variante sortimentale foarte timpurii a fost utilizată şi pentru boabe (de regulă după rapiță şi orz). În vestul Europei s-a încetățenit termenul „îngrăşământ verde" (Vezi Engrais Vert - Wikipedia), considerându-se că acestea imobilizează în biomasă azotul predispus spălării în adâncime sau pierderii prin amonificare după care este redat prin tăiere şi încorporare solului.

Recent, aşa cum s-a arătat anterior, funcțiile acestora au fost semnificativ lărgite, devenind din culturi furajere în îngrăşăminte verzi adevărați amelioratori ai solului. Un îngrăşământ verde este impropriu zis, pentru că el aduce solului cu mult mai mult decât un act de nutriție; văzut ca ameliorator el intră în reacție cu „viața solului" pe care o stimulează realizând o optimizare a însuşirilor biochimice şi fizice, urmată de o manifestare optimizată a relațiilor dintre plantele de cultură – sol – atmosferă o mai bună utilizare a factorilor de vegetație, apă, CO_2, elemente nutritive şi în deplină corelație cu curbele de consum ale culturilor.

În felul acesta modelul agroecologic se apropie foarte mult de modelul de manifestare a ecosistemelor naturale, în care practic lipsesc inputurile de sinteză. În tabelul 8 prezentăm câteva plante intermediare şi posibilitățile lor de a ameliora solul. Sunt prezentate alături şi câteva detalii de cultură cum ar fi: cantitatea de semințe, lucrările solului şi modul de semănat. Alte detalii pot fi găsite de cititorul nostru în cărțile de specialitate.

Tabelul 8

Caracteristici şi funcţii amelioratoare a diferitelor culturi intermediare sau perene

Nr. crt.	Specia de cultură intermediară	Dimensiuni (înălţime)	Doza de sământă	Caracteristici şi funcţii amelioratoare ale solului	Date privind semănatul	Alte date
1	Rapiţă furajeră diverse soiuri. *Brassica campestris.*	0,8-1,8 m	15-20 kg/ha	**Avantaje:** Este foarte bogată în azot, o bună plantă capcană pentru surplusul de nitraţi din sol. Acoperă foarte bine solul, pe care îl apără de eroziuni, de tasări şi spălări în profunzime a nitraţilor. Oferă o cantitate mare de biomasă atât pentru furaje cât şi ca îngrăşământ verde. Din cauza volumului mare de biomasă este mai puţin indicată ca mulci verde sau bioactiv. Oferă o acţiune repulsivă pentru nematozi. În condiţii de umiditate suficientă rădăcinile penetrează straturi de sol compact, ajutând la refacerea însuşirilor fizice. **Dezavantaje:** Nu se poate cultiva după culturi din aceeaşi familie, muştar, ridichi, şi nici acestea după rapiţă.	Se poate semăna din martie până în august. În România ideal este de la recoltarea orzului (sfârşit iunie) până la recoltarea grâului (sfârşit iulie). Se seamănă direct pe mirişte după o lucrare cu tigerul.	Este pretenţioasă la apă şi de aceea este preferabilă înfiinţarea culturii după o ploaie sau o irigaţie cu o normă de 200-300 m^3/ha.
2.	Lucerna (*Medicago sativa*)	50-80 cm	25 kg/ha	**Avantaje:** Este o excelentă plantă furajeră şi amelioratoare a solului. Fixează anual o cantitate de azot datorită simbiozei cu *Sinorhizobium melitoti*, care poate ajunge la 340 kg/ha. Protejează solul contra eroziunii şi datorită unui sistem pivotant foarte adânc participă la reconstrucţia	Semănatul se face de regulă din martie până în septembrie. Trebuie menţinută în cultură minimum 3 ani. Atenţie: O lucernă mai bătrână de 5 ani este mai greu de desţelenit şi de	De regulă se seamănă după cereale cultivate în subsolaj, după o lucrare cu tigerul. Pentru o răsărire mai rapidă este indicat un sol umed. Atenţie, se îmburuienează uşor şi,

Nr. crt.	Specia de cultură intermediară	Dimensiuni (înălţime)	Doza de sământă	Caracteristici şi funcţii amelioratoare ale solului	Date privind semănatul	Alte date
				fluxurilor pe profilul solului. Este rezistentă la secetă şi contribuie la îmbogăţirea solului în humus şi, bineînţeles la structurarea lui. **Dezavantaje:** Necesită soluri neutre bogate în calciu. Se inhibă la umiditate excesivă. Se instalează lent şi poate fi folosită numai ca solă. Săritoare în asolament.	readus în arsenalul plantelor anuale.	de aceea, măsurile de stopare a îmburuienării sunt bine venite. După prima coasă lucerna luptă bine cu buruienile.
3	Muştar alb şi galben (*Sinapsis alba*)	25-60 cm	20-30 kg/ha	**Avantaje:** Are o creştere foarte rapidă acoperind repede solul, acţiune antierozională. Este ideal ca mulci verde. Poate intra în rândul plantelor utilizabile în mulciurile bioactive. Se poate semăna cu măzărichea, mărindu-i valoarea bioactivă. Acţiune antinematoidă consistentă. Combate uşor prin concurenţă buruienile. **Inconveniente:** Lasă în sol substanţe îmbibante care solicită întârzierea culturii postmergătoare. Ajunge repede la maturitate. Nu se foloseşte ca premergătoare pentru alte crucifere (varză, ridichi, rapiţă etc.).	Se seamănă din martie până în septembrie. Ca a doua cultură merge foarte bine după orz şi grâu, mai rar după floarea-soarelui timpurie şi numai dacă este apă suficientă în sol. Se preferă în toamnă tăierea şi lăsarea ei ca mulci pe sol sau încorporarea în sol. Este potrivită pentru înverziri pentru scurtă durată.	Terenul este de dorit să fie bine lucrat, la umiditate optimă cu tigerul şi la adâncime superficială.
4	Napi furajeri (*Brasica napus*)	60-150 cm	15-20 kg/ha	**Avantaje:** Creştere rapidă şi, la fel ca la rapiţă, cu care se confundă foarte adesea, este bogată în azot. Utilizabilă ca furaj şi ca îngrăşământ verde. Din cauza biomasei ridicate este necesar uneori ca o parte să fie folosită ca furaj şi o parte ca mulci tocat pe suprafaţă.	Este o cultură pentru o acoperire rapidă, tipică culturilor itnermediare. Se seamănă în iulie-august după cereale păioase (orz, grîu). Necesită umiditate la răsărire.	Terenul se pregăteşte ca la rapiţă şi muştar.

Nr. crt.	Specia de cultură intermediară	Dimensiuni (înălţime)	Doza de sământă	Caracteristici şi funcţii amelioratoare ale solului	Date privind semănatul	Alte date
				Rezistă bine la secetă şi se recoltează rapid. **Dezavantaje:** Puţin rezistentă la ger. Nu se cultivă după ridichi sau rapiţă.		
5	Camelina (*Camelina sativa*)	30-120 cm	7-10 kg	**Avantaje:** Este o plantă de cultură nouă promovată din flora spontană. Este adaptată terenurilor mai sărace. Este rezistentă la secetă şi dă recolte bune pentru mulcire sau îngrăşământ verde. Acţiune antinematocidă. Scoate elementele nutritive din profunzime. Este ideal partener de amestec pentru măzăriche, bob, mazăre cu care formează amestecuri ideale pentru ameliorarea solurilor. Este rezistentă la ger. **Dezavantaje:** Mai puţin potrivită pentru furaj, creşte ceva mai înaltă ca rapiţa, biomasa cu 20-30% mai redusă. Nu se seamănă după crucifere.	Se seamănă din primăvară, devreme şi până în toamnă. Este ideală pentru înverzirea terenurilor secetoase, acolo unde rapiţa nu dă rezultate.	Lucrările solului se fac la fel ca la rapiţă, cu precizarea că se lucrează cu tigerul cât mai superficial, mai ales dacă lipseşte apa.
6	Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*)	80-100 cm	10-15 kg	**Avantaje:** Oferă o puternică acţiune nematicidă. Fixează nitraţii la nivelul rădăcinilor, sustrăgându-i de la spălare. Înăbuşă repede buruienile, fiind specifică pentru combaterea pirului, inclusiv feno-mene alelopatice. Înfrumuseţează peisa-jul datorită florilor bleu sau violet foarte frumos colorate. Este o excelentă plantă meliferă. Plantată în august, phacelia dez-voltă o biomasă de circa 3000 kg s.u., (circa 2000 kg masă verde).	Se poate semăna după recoltatul cerealelor. Ajunge la maturitate la mijlocul lui noiembrie. Ea poate fi recoltată la început de noiembrie şi lăsată ca mulci. Temperatura minimă de germinaţie: 3^{o}C, optim 8-10^{o}C. Germinaţia se opreşte la 30^{o}C. În zonele	Solul se pregăteşte ca pentru orice cultură cu seminţe mici. Se cultivă pe soluri diverse. Rezistă însă pe soluri nisipoase.

Nr. crt.	Specia de cultură intermediară	Dimensiuni (înălţime)	Doza de sămânţă	Caracteristici şi funcţii amelioratoare ale solului	Date privind semănatul	Alte date
				Inconveniente: Pauză de 6-8 săptămâni pentru poluarea solului în cultură. Ajunge repede la maturitate - 50 de zile de la semănat în condiţii bune.	blânde poate fi semănată şi toamna, rezistă la -8°C.	
7	Raigrassul englezesc (*Lolium perenne*)	20-60 cm format tufă	25-30 kg/ha	**Avantaje:** Ideal pentru terenurile proaspete, poate fi utilizat în amestec cu trifoiul alb. Vigoare puternică. Poate fi semănată şi târziu. Constituie spaţii verzi consistente. Fixează azotul biologic asociativ. Protejează solul contra eroziunii şi a spălării în profunzime a azotului. Formează micorize. **Dezavantaje:** Atrage numeroase insecte dăunătoare, larvele ţânţarilor mari şi omida verde.	Deşi luptă bine şi este competitivă în ecosistemele de pajişti, în cultură necesită soluri grele, proaspete şi bogate în humus. Perenitatea ei durează bine 4 ani. Necesită lucrări atente de prelucrare a solului şi semănat. Se dezvoltă bine la sub 25°C şi ploi regulate.	Se poate semăna devreme sau târziu ca plantă intermediară. Se preferă lunile iulie-august. Ea poate rămâne intermediară 3-4 ani, mai ales dacă se seamănă împreună cu trifoiul alb.
8	Raigrassul italian (*Lolium multiflorum*)	60-120 cm	30-40 kg/ha	**Avantaje:** Este ideal pentru terenurile proaspete şi pentru a fi utilizat în asociaţie cu trifoiul comun (roşu sau violet). Se poate semăna târziu, oferind şi un furaj de calitate. Fixează biologic până la 180 kg N/ha/an. Protejează solul contra eroziunii şi a spălării azotaţilor. Acceptă micoriza şi se recoltează uşor. Biomasă ridicată. Perenitate 2-3 ani. **Dezavantaje:** Creştere foarte rapidă, atrage aceleaşi insecte dăunătoare ca cel englezesc.	Se poate semăna din martie până în octombrie. Este valabil pentru o înverzire de 18 luni. Necesită aceleaşi condiţii ca mai sus.	Raigrassul italian este o cultură exigentă care necesită terenuri bogate şi profunde, umede dar fără exces şi un climat relativ blând. Nu este potrivită stepelor din sudul României. Merge însă bine în zona de nord.
9	Trifoiul roşu (*Trifolium*	20-40 cm	20-25 kg/ha	**Avantaje:** Este o leguminoasă valoroasă care înlocuieşte lucerna în	Se poate semăna din martie până în	Terenul va fi bine pregătit cu tigerul la 8-

Nr. crt.	Specia de cultură intermediară	Dimensiuni (înălţime)	Doza de sămânţă	Caracteristici şi funcţii amelioratoare ale solului	Date privind semănatul	Alte date
	pratense)			zonele mai nordice. Este amelioratoare de sol pentru că fixează biologic până la 180 kg N/an în funcţie de condiţiile climatice. Structurează solul şi acceptă micoriza. **Dezavantaje:** După acoperirea terenului poate intra în repaus. Creşte mult mai bine în asociaţie cu raigrassul. Pleacă greu în vegetaţie dacă solul este rece şi poate fi invadat de buruieni. Nu acceptă specia *Anagallis* (alelopatie).	septembrie. Iunie este însă cea mai potrivită perioadă de semănat. Durata vegetaţiei în funcţie de interes, de la 6 luni la 2 ani. La 6 luni poate fi folosit exclusiv ca plantă amelioratoare.	10 cm adâncime. Se seamănă la 3-4 cm.
10	Trifoiul încarnat (*Trifolium incarnatum*)	20-50 cm talie	25-30 kg/ha	**Avantaje:** O leguminoasă foarte valoroasă pentru furaje şi hrană umană precum şi reconstrucţie ecologică a solurilor. Aduce în sol o cantitate mare de azot prin fixare simbiotică. Se cultivă după crucifere: rapiţă, varză etc. **Dezavantaje:** După ocuparea terenului poate intra în repaus. Demarează greu în cultură şi poate fi invadat de buruieni. Nu întotdeauna germinaţia este viguroasă. Nu acceptă parteneriat cu buruiana *Anagallis arvensis*.	Este o foarte bună plantă amelioratoare, fiind anuală. Se seamănă de regulă în terenuri curate. Este potrivită pentru înverziri până la 6 luni. Potrivit pentru mulci bioactiv rapid.	Terenurile se pregătesc ca şi pentru celelalte specii de trifoi. Preferă terenurile uşoare dar cu precipitaţii regulate.
11	Schinduful (*Trigonella foenum-graecum*)	30-60 cm	20-30 kg/ha	**Avantaje:** Plantă leguminoasă utilizată în agricultura ecologică ca îngrăşământ verde şi refacere sol. Este destinată semănăturilor intermediare de nişe, maximum 3 luni. Se taie înainte de înflorire şi se lasă pe	Este plantă anuală. Poate fi semănată din martie până în septembrie. Acoperă secvenţe de 3 luni pe sol pe care dezvoltă o biomasă foarte	Se seamănă, de regulă, după crucifere pe teren bine pregătit. Se taie în toamnă şi se încorporează.

Nr. crt.	Specia de cultură intermediară	Dimensiuni (înălţime)	Doza de sământă	Caracteristici şi funcţii amelioratoare ale solului	Date privind semănatul	Alte date
				sol sau se încorporează. Face parte din programele de mulcire bioactivă. Este, de asemenea, o plantă colorantă (colorează ţesăturile) şi aromatică (aroma specială pentru anumite brânzeturi). Poate fi utilizată şi ca plantă alimentară. **Dezavantaje:** Unele însuşiri alergice dacă este consumată ca hrană. Atenţie, ca plantă medicinală trebuie bine dozată.	utilă protecţiei solului şi îmbogăţirii lui în azot şi numeroase enzime.	
12	Bobul (*Vicia faba*)		250 kg/ha	**Avantaje:** Plantă leguminoasă de climă moderată dar suficient de umedă, utilizată pentru aprovizionarea cu azot a solului şi pentru structurarea acestuia. Poate fi cultivat în amestec cu ovăz, orz sau cu crucifera camelina. Dă o masă vegetativă bogată. Se foloseşte ca mulci şi îngrăşământ verde încorporat. Este rezistent la boli şi dăunători, deci foarte ecologic. **Dezavantaje:** Greu de recoltat ca boabe. Gramineele amestec nu se maturează simultan.	Se seamănă din martie până în octombrie. Există soiuri de primăvară şi de toamnă. Există soiuri rezistente la ger până la-10°C. Se seamănă distanţat la 50-60 cm. Nu necesită soluri special lucrate. Adâncimea de semănat: 5-6 cm.	Este foarte flexibil ecologic şi preferă ca premergătoare cerealele şi invers.
13	Lupinul alb (*Lupinus albus*)	30-120 cm	50-60 kg/ha	**Avantaje:** Plantă leguminoasă pentru furaj şi ameliorarea solului. Fixează simbiotic până la 200 kg azot în 109-180 zile în funcţie de soi. Obţine o biomasă ridicată bogată în proteină şi hidraţi de carbon. Ajunsă în sol biomasa este uşor descompusă de	Se seamănă de-a lungul întregului an. Durata de vegetaţie 2-4 luni, ultima pentru varianta de iarnă. Preferă solurile acide şi relativ umede; este însă flexibil ecologic.	Aceleaşi lucrări ale solului ca la bob şi mă-zăriche, Se cultivă în rânduri dese – 15 cm, sau rare – 75 cm.

Nr. crt.	Specia de cultură intermediară	Dimensiuni (înălţime)	Doza de sământă	Caracteristici şi funcţii amelioratoare ale solului	Date privind semănatul	Alte date
				microorganisme şi heteropolicondensată în humus din cauza unui raport favorabil C/N.Conţinut proteic în boabe până la 57%, ulei 12%. **Dezavantaje:** Unele soiuri pot fi uşor toxice pentru oameni şi animale din cauza zbor alcaloizi prezenţi în biomasă şi în seminţe.		
14	Măzărichea (*Vicia sativa, vicia pannonica*)	20-60 cm	80-90 kg/ha	**Avantaje:** Plantă leguminoasă care poate fi cultivată şi peste iarnă. Constituie o alternativă la mazăre în culturi intermediare. Se pretează bine în amestecuri cu cereale, ovăz, orz şi unele crucifere precum camelina. Excelentă plantă amelioratoare a solului. Se pretează la mulcirile bioactive. **Dezavantaje:** Nefiind erectă, sământa se produce greu. Favorizează unele ciuperci dăunătoare de sol.	Sunt numeroase specii şi soiuri de măzăriche pentru diferite tipuri de amestecuri. De regulă, ele se numesc borceaguri şi sunt alcătuite dintr-un melanj de măzăriche cu secară, ovăz sau orz. De regulă, se seamănă 80-90 kg măzăriche cu 30-40 kg la cereale. Pentru borceagul de toamnă se foloseşte *Vicia pannonica* iar pentru cel de primăvară *Vicia sativa*.	Pregătirea terenului se face ca după mazăre. De regulă, pe fond scarificat pentru ca solul să fie profund şi penetrabil. Polul germinativ se pregăteşte cu tigerul. Se obţine o biomasă de 20-30 to/ha care poate fi folosită ca furaj sau încorporată.
15	Sparceta (*Onobrychis viciaefolia*)	40-90 cm	70-80 kg/ha	**Avantaje:** Plantă leguminoasă utilizabilă atât pentru furaj cât şi pentru reconstrucţia biologică şi fizică a solului. Fixează simbiotic până la 150 kg N. Este o foarte bună plantă meliferă. Obţine o biomasă suficient de mare, dar mai mică decât lucerna şi trifoiul. Rezistă la secetă.	Se seamănă în terenuri bine pregătite în cultură pură sau în amestecuri fără plantă protectoare la 8-12,5 cm între rânduri şi la 3-4 cm adâncime.	Ca plantă protectoare, sparceta se recoltează la 10-20 cm în momentul îmbobocirii se taie mărunt şi se încorporează în sol la 20-25 cm.

Nr. crt.	Specia de cultură intermediară	Dimensiuni (înălţime)	Doza de sămânţă	Caracteristici şi funcţii amelioratoare ale solului	Date privind semănatul	Alte date
				Perioada de ameliorare ca îngrăşământ verde: 2-3 ani. **Dezavantaje:** Solicită terenuri curate de buruieni. Revine pe acelaşi teren după 6-7 ani. Între timp mai este necesară cel puţin o plantă amelioratoare a solului.		
16	Sulfina galbenă (*Melilotus officinalis*)	50-100 cm	25-30 kg/ha	**Avantaje:** Este considerată o excelentă cultură ca îngrăşământ verde, mai ales pe solurile alcaline, calcaroase. Se foloseşte ca a doua cultură după plante timpurii (rapiţă, orz, etc.) Obţine o biomasă verde de 6-10 to/ha şi lasă în sol o cantitate de 80-120 kg N. Din cauza conţinutului în cumarină este contraindicată ca furaj. Este foarte potrivită pentru reconstrucţia covorului vegetal şi a preeriilor secetoase. La noi este foarte potrivită pentru zona Constanţei. Se poate amesteca cu gramineae. Este şi o excelentă plantă meliferă şi medicinală. **Dezavantaje:** Este toxică dacă intră în furaje în cantităţi mari invaziv datorită cantităţilor mari de seminţe pe care le produc.	Terenul se pregăteşte la fel ca la lucernă, ultima lucrare fiind cu tigerul, superficial. Nu sunt necesare îngrăşăminte cu N, mai ales dacă s-a efectuat tratament cu produse bacteriene. Se seamănă superficial la 3-4 cm. La 15-20 cm înălţime dacă nu se decide altfel biomasa se taie şi se încorporează la 20-25 cm. Ameliorează solul pentru 2-3 ani.	Datorită caracterului ei invaziv este foarte potrivită pe solurile în pante indiferent de textura solului. Importantă ca reacţie uşor alcalină. protejează foarte bine solul contra eroziunii. Formează asociaţii cu diferite gramineae de stepă (*Agrostis sp.)*

editie on-line www.cartesiarte.ro

Aceasta carte poate fi comandata la adresa :edituraceres@yahoo.com